

# **Historic, Archive Document**

Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.





United States  
Department of  
Agriculture

Forest  
Service

GTR WO-39

August 1987



*Reserve*

*Ext / Sta*

# Evaluacion de Tierras y Recursos para la Planeacion Nacional en las Zonas Tropicales

## Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics







Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics

General Technical Report WO-39      USDA Forest Service

ERRATUM

The title page erroneously lists the date of the Chetumal, Mexico conference as January 25-31, 1988. The correct date should be January 25-31, 1987.



# **Evaluacion de Tierras y Recursos para la Planeacion Nacional en las Zonas Tropicales**

## **Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics**

**An International Conference & Workshop  
Chetumal, Mexico  
January 25-31, 1988**

- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos de Mexico
- U.S. Department of Agriculture, Forest Service
- Asociacion Mexicana de Profesionales Forestales
- Society of American Foresters, Inventory Working Group
- International Union of Forestry Research Organizations, Subject Group S 4.02
- International Society of Tropical Forestry

The conference was organized in cooperation with the Food and Agriculture Organization of the United Nations.



Lund, H. Gyde; Caballero-Deloya, Miguel; Villarreal-Canton, Raul, eds. Land and resource evaluation for national planning in the tropics: Proceedings of the international conference and workshop; 1987 January 25-31; Chetumal, Mexico. Gen. Tech. Report WO-39. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 1987. 524 p.

Proceedings of the conference and workshop, sponsored by Mexican, American, and international organizations, includes work group conclusions and recommendations and 98 papers either in English or Spanish with summaries in the alternate language. Topics include determining information needs, resource inventory, analysis and plan development, and implementation, monitoring, and maintenance.

Keywords: Tropical forests, inventory, land use planning, resource evaluation.

# CONTENTS

	Page
CONFERENCE OVERVIEW.....	1
Miguel Caballero Deloya, H. Gyde Lund	
WORK GROUP REPORTS AND CONCLUSIONS	
Work Groups Report: General Session.....	4
Jesus B. Cardena Rodriguez, Miguel Angel Olayo Gonzalez	
Work Group No. 1: Determining Information Needs.....	6
Miguel Caballero Deloya, Humberto Ortega Cataneo	
Work Group No. 2: Resource Inventory.....	8
Jose Maria Zapata Esquivel, Miguel Ruiz Altamirano	
Work Group No. 3: Analysis and Plan Development.....	11
Paul Dulin, Fernando Patino Valera	
Work Group No. 4: Implementation, Monitoring and Maintenance.....	12
Carlos Valdez Sandoval, Aaron Mastache Mondragon	
KEYNOTE ADDRESSES: NATIONAL LAND AND RESOURCE PLANNING CONCEPTS	
Introduction to National Land and Resource Management Planning Concepts.	15
Thomas E. Hamilton	
Estrategias de Evaluacion para Areas Forestales del Tropico.....	21
Ruben Medina Bermudez	
FOREST LAND AND RESOURCE EVALUATION: AN OVERALL PERSPECTIVE	
Land Requirements for Industrial Forestry.....	30
Kurt Bostrom	
Planning Forest Resources for Forest Products Industries at National Level.....	35
J. C. Lahaussais	
Panoramica sobre Evaluacion de Tierras y Recursos: Relatoria de la Session General.....	45
Carlos Valdez Sandoval, Baltazar Ogaz Ituarte	
DETERMINING RESOURCE INFORMATION NEEDS	
General Session: Principles and Case Studies	
Niveles de Informacion Necesarios para la Toma de Decisiones en el Manejo de Bosques Tropicales.....	46
Victor E. Sosa Cedillo	
Perspectives on the Forest Resource Sector in the Republic of Niger.....	52
Amoul Kinni, Juan E. Seve	
Necesidades de Informacion para el Manejo Adecuado de las Tierras Forestales Tropicales en Mexico.....	61
Hugo Manzanilla	
Decision Making Process for Allocating Lands for Cocoa Production in Belize.....	68
James M. Corven	

Determinacion de Necesidades de Informacion: Relatoria de la Sesion General.....	71
Manuel Maass, Higinio Padilla Garcia	
Technical Group A: Basic Multiple Resource Information Needs	
Interagency Cooperation in State and Subregional Inventories.....	73
Vernon J. LaBau	
Determining Data Needs for Resource Inventories and River-basin Planning in Arid and Semi-arid Regions: The Case of the Jubba River Valley in Southern Somalia.....	78
Richard Z. Donovan, Robert E. Tillman	
Groundwater Resources Development through Remote Sensing and Hydrogeomorphological Techniques - An Integrated Approach.....	85
N.B. Narasimha Prasad, P. Basak	
Criterios Ecologicos para el Manejo de Cuencas en Chamela, Jalisco, Mexico.....	90
Jose Sarukhan, Jose Manuel Maass, Luis M. Cervantes	
Informacion Necesaria para el Desarrollo de un Sistema Nacional de Planificacion y Analisis para el Manejo de Incendios Forestales.....	93
Armando Gonzalez-Caban	
Los Inventarios Forestales y la Conservacion In-situ de los Bosques Tropicales.....	99
Fernando Patino Valera	
Impacto de los Asentamientos Humanos en los Bosques Tropicales, Caso Selva Lacandona, Chiapas, Mexico.....	105
Juan M. Diaz Calero	
Agroforesteria y Educacion Ambiental en los Tropicos: Conceptos para la Planeacion Nacional.....	113
Omar K. Villalpando	
Esquemas para el Estudio de Cuencas.....	116
Roberto Coutino C.	
Determinacion de Necesidades de Informacion: Relatoria de la Sesion Tecnica Grupo A.....	121
Vernon J. LaBau, Jose Luis B. Mota Villanueva	
Technical Group B: Basic Forest Production Information Needs	
Effect of Site and Soil on Site Index of Indian Chir Pine ( <i>Pinus roxburghii</i> ) in Lesser Himalayas.....	123
A.K. Sharma, J. Ramana Murthy	
Classification of the Upland Pine Forests of Central Honduras for Site Quality and Productivity.....	128
Charles T. Stiff, Noe Perez, Frederic D. Johnson	
Caracteristicas Ecologicas de los Arboles Forestales de Valor Economico en el Tropico Mexicano.....	134
Javier Chavelas Polito	
On the Error of Biomass Regressions: Results of a Simulation Study.....	138
Tiberius Cunia	
El Papel de Disturbio Natural en la Estructura y Regeneracion de Selvas Humedas.....	146
Miguel Martinez Ramos	
Basic Data Needs for Development of Growth Models for Tropical Forests..	152
Carl W. Mize	



Necesidades de Informacion para la Aplicacion de Tratamientos Silviculturales.....	154
Patricia Negreros Castillo	
La Conservacion de los Recursos Naturales del Tropico: Un Renovado Concepto de la Ecologia en Mexico.....	158
Celso Enriquez Poy	
Determinacion de Necesidades de Informacion: Relatoria de la Sesion Tecnica Grupo B.....	163
Javier Chavelas Polito, Patricia Negreros Castillo	

## RESOURCE INVENTORY

### General Session: Principles and Case Studies

Los Inventarios Forestales ¿Una Herramienta para el Uso Racional de los Recursos Naturales en el Tropico-Humedo?.....	165
Helmut Janka	
The Importance of Multiple Use Values in Designing Inventories.....	168
H. Fred Kaiser	
Algunos Problemas Involucrados en la Ejecucion de Inventarios Forestales en las Selvas.....	172
Jesus Vazquez Soto	
Diagnostico de los Sistemas de Inventario Forestal Utilizados en la Region Tropico - Humeda de Mexico.....	177
Miguel Ruiz Altamirano, Arquimedes Gomez Dominguez	
Multi-resource Forest Inventories in the State of Hawaii.....	184
Michael G. Buck	
Inventario de Recursos: Relatoria de la Sesion General.....	190
Jose Maria Zapata Esquivel, Edward J. Gryczan	

### Technical Group A: Practical Multiple Purpose Inventories

Evaluacion del Crecimiento en las Selvas de Campeche.....	192
Oscar Cedeno S., Raul Bertoni V.	
National Land Cover Monitoring using Large, Permanent Photo Plots.....	197
Raymond L. Czaplewski, Glenn P. Catts, Paul W. Snook	
Quantification of the Surface Area of Forestry Lands in the Republic of Niger Using a Remote Sensing Aided Mapping Procedure.....	203
Steven J. Daus, Mamane Guero	
Aplicacion de los Sensores Remotos en Inventarios Forestales del Tropico.....	209
Pedro Garcia Mayoral	
A Proposed Multiresource Inventory for Tropical Forests.....	218
H.T. Schreuder, K.D. Singh	
Inventarios Forestales en el Estado de Quintana Roo.....	223
Manuel de los Santos Valadez	
Uso de Radar Aeroespacial para el Mapeo de Zonas Forestales.....	228
Diego Fabian Lozano-Garcia, Roger M. Hoffer	
Estructura de Algunos Inventarios Forestales Regionales en Italia.....	234
Giovanni Preto	
Inventario de Recursos: Relatoria de la Sesion Tecnica del Grupo A.....	245
Oscar Cedeno Sanchez, Paulino Heron Rosales Salazar	

## Technical Group B: Practical Forest Inventories

Analysis de la Regeneracion Natural Basado sobre un Inventario Forestal en un Bosque Humedo Tropical en Honduras.....	247
Froylan Castaneda, Gerardo Rodriguez	
Obstacles to Measuring Growth and Yield in Tropical Rain Forest.....	252
Michael S. Philip	
Desarrollo Historio de los Inventarios Forestales en el Tropico Mexicano.....	261
Raul Villarreal Canton	
Comparison of Volume Growth Calculation Methods for Remeasured Horizontal Line Sampling.....	271
Yong-Chi Yang, Shi-Ling Chao	
A Sampling System for Determining Fuelwood for Combretaceae at the Guesseibodi National Forest, Niger.....	275
James Alegria, John G. Heermans, Gregory Minnick	
Application of Remote Sensing to Tropical Fuelwood Management.....	280
Tim O'Keefe, James Brass	
Canada's Biomass Inventory: Lessons to be Learned for Fuelwood Inventories.....	286
G.M. Bonnor	
Procesamiento de Datos en Inventarios Forestales Tropicales.....	289
Veronica Columba Barbosa Lopez, Avelino B. Villa Salas, Jorge Ham Trujillo	
Inventario de Recursos: Relatoria de la Sesion Tecnica Grupo B.....	295
H. Gyde Lund, Bernard Herrera-Herrera	

## ANALYSIS AND PLAN DEVELOPMENT

### General Session: Principles and Case Studies

Consideraciones Economicas para la Evaluacion de Recursos en Bosques Tropicales.....	297
Miguel Caballero Deloya	
Land Evaluation for Forest Resource Development Planning at National Level.....	302
K.D. Singh	
Land Use Planning in the Philippines - A Procedure and Evaluation.....	309
R.S. Driscoll, V.F. Basa, K.D. Singh	
Planificacion Estrategica para el Desarrollo Rural. El Caso el Plan Piloto Forestal de Quintana Roo.....	317
Hugo Alfredo Galletti, L. Alfonso Arguelles Suarez	
Land-Use and Vegetation Patterns in Nigeria in Relation to Forestry Development.....	326
Akinwumi B. Oguntala	
Uso de Microcomputadoras en Sistemas Geograficos de Informacion -- Un Ejemplo en el Estado de Morelos.....	330
Diego Fabian Lozano-Garcia, Chris J. Johannsen	
Hacia una Evaluacion de los Recursos Naturales Renovables Bajo el Sistema Roza-Tumba-Quema en Mexico.....	338
Efrain Hernandez X., Samuel Levi T., Luis Arias R.	
Analysis y Planes de Desarrollo: Relatoria de la Sesion General.....	341
Fernando Patino Valera, Ruben Medina Bermudez	



## Technical Group A: Practical Analytical Tools

Evaluacion de Recursos Forestales en Selvas Tropicales y su Relacion con Comunidades Rurales.....	343
Nikolaus Erich Stoeger, Hugo Alfredo Galletti	
The Role of a Data Base Management System in Regional and National Planning.....	348
Jerold T. Hahn	
Tecnica Escenario Macroeconomico, Planes Forestales y Demandas del Mercado en Relacion a la Zona Tropical Forestal de Mexico.....	352
Enrique E. Martinez L.	
Graphic Displays for Resource Analysis.....	357
William H. McWilliams, Richard A. Birdsey	
Overview of GIS Implementation and Applications in Resource Management and Land Cadastre Agencies.....	363
John C. Antenucci	
Using the FAO/LUPLAN Methodology for Planning Forest Land Use at the National Level.....	370
Trevor H. Booth	
Compiling a Forest Management Plan for a Tanzanian Softwood Plantation..	374
Risto Paivinen	
A Method for Estimating Operability and Location of the Timber Resource.	377
John S. Spencer, Jr.	
Analisis y Planes de Desarrollo: Relatoria de la Sesion Tecnica Grupo A.....	381
William H. McWilliams, Braulio Muro Garcia	

## Technical Group B: Practical Regional Analysis Techniques

In the Absence of Concern: Wetland Projections to the Year 2000.....	383
W.E. Frayer	
Estimation of Regional Multiresource Interactions.....	386
Thomas W. Hoekstra, Linda A. Joyce, Thomas E. Hamilton	
Dominican Forest Policy Development and Resource Evaluation Strategy....	392
Douglas M. Knudson	
Aprovechamiento Forestal en el Sistema Roza-Tumba-Quema en Quintana Roo.	397
Jesus Palma G., Mariano Ceballos M., Miguel Angel Marmolejo M., Julio R. Castillo E.	
Regional Fish and Wildlife Habitat Models: Application for National Multiple Resource Planning.....	404
Thomas W. Hoekstra, Curtis H. Flather, Patricia A. Flebbe	
Integration of Socio-Economic Aspects in Land Evaluation: an Application to Afforestation in North Portugal.....	410
A.M. Filius, J. dos Santos Bento	
A Complex Model of Forest Utilisation for Some Selected Countries in North Africa.....	417
Piotr Paschalis	
Interdisciplinary Planning of a Timber Sale at the District Level.....	422
Steve Q. Cannon	
Modeling Fuelwood Resources and Demands in Morocco as a National Planning Tool.....	425
Asif M. Shaikh, Robert D. Kirmse, Mohammed Belrhiti	

A Land Use Simulation Model for the Humid Tropics.....	431
Alan Grainger	
Analisis y Planes de Desarrollo: Relatoria de la Session Tecnica	
Grupo B.....	437
Manuel de los Santos Valadez, Sergio M. Varela Hernandez	
<b>IMPLEMENTATION, MONITORING, AND MAINTENANCE</b>	
<b>General Session: Principles and Case Studies</b>	
Adopting Rational Land-Use Policies in the Sudan - A More Pressing	
Issue than Ever Before.....	441
Hassan Osman Abd El-Nour	
Monitoring Historical Change in Costa Rican Forests from 1940 to	
Present.....	445
Steven A. Sader	
The National Forest Sector Development Planning in Indonesia.....	450
Heru Basuki Sukiran, Soeparmono	
Planning, Monitoring and Evaluation Natural Resources Management	
Activities by Field Extension Agencies in Honduras.....	456
Paul Dulin	
Country Environmental Profiles: A Tool for Resource Assessment and	
National Planning.....	464
Alberto M. Vargas, Robert Winterbottom	
La Planeacion del Uso para los Recursos en el Tropico y el Desarrollo	
Comunitario; Un Dilema Actual.....	472
Michael R. Keyes	
Land Evaluation for Industrial Afforestation and Reforestation	
Programmes: A Case Study of Sao Hill Forest Project in Tanzania.....	476
Aaron S.M. Mgeni, Colin Price	
Instrumentacion, Seguimiento y Mantenimiento: Relatoria de la Sesion	
General.....	481
Jesus Veruette Fuentes, Carlos Hernandez Hernandez	
<b>Technical Group: Practical Techniques</b>	
Ameliorating the Environmental Impact of Refugee Populations in	
Tropical Countries.....	484
Paul J. Amrhein	
Developing Resource Inventory Policies for National Land and Resource	
Evaluation and Planning.....	491
H. Gyde Lund	
Implementation of Integrated Resource Management in Developing	
Countries.....	499
J. Frank McCormick	
Aprovechamiento Integral del Tropico que Rodea a la Reserva de la	
Biosfera, Zian Caan en Quintana Roo, Mexico.....	502
Joel Ayala Castellanos	
Natural and Cultural Physical Determinants of Anthropogenic	
Deforestation in Cordillera Nombre de Dios, Honduras.....	506
Aaron Kim Ludeke, Leslie M. Reid	
Land Use in China.....	512
Zhou, Ze-jiang	
Desarrollo Ecologico del Mundo.....	515
Jorge Zavala Arceo	

REGISTRANTS, PARTICIPANTS, AND CONTRIBUTING AUTHORS.....	517
AUTHOR AND COAUTHOR INDEX.....	523



## CONFERENCE OVERVIEW 1/

Miguel Caballero Deloya and H. Gyde Lund 2/

### Introduction

This is the fourth of a series of conferences sponsored by the International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO), the Society of American Foresters (SAF), and the United States Department of Agriculture, Forest Service (USFS) dealing with resource inventory and evaluation and the second to be sponsored with and hosted by the Secretary of Agriculture and Water Resources of Mexico (SARH) and the Mexican Association of Professional Foresters (AMPF). This is also the second such conference to be organized in cooperation with the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

The first conference was held in 1980 in La Paz, Mexico, and dealt with the inventory of arid lands (4). In 1983, inventories for monitoring changes and trends were discussed in Corvallis, Oregon (1). The cold regions of the world were covered in a conference in Fairbanks, Alaska, in 1984 (3). Now it is time to address the tropics.

### Conference Objectives

Tropical forests are disappearing at an alarming rate resulting in losses of soil productivity, valuable plant and animal species, and ultimately human welfare. The resolution of tropical deforestation rests not only with sound forest management but also in using all lands and resources more effectively and wisely. To this end, the International Conference and Workshop on LAND AND RESOURCE EVALUATION FOR NATIONAL PLANNING IN THE TROPICS has been developed.

The objectives of this conference were to review current holistic approaches for land and resource inventory, evaluation, and planning principles and techniques applicable both to the arid and humid tropics. Given the existing level of available information in many tropical countries, guidance on planning for particular sectors including human needs, wood production, livestock production, agricultural development, urban expansion and recreation and wildlife opportunities in these regions were considered.

### Conference Logo

The logo we have chosen for the conference is a jigsaw puzzle in various phases of completion. The palm fronds, of course, represent the tropics and the globe, the international aspects of the meeting. The fact that we chose a puzzle has particular significance.

All too often, we, in our functional professions (e.g., foresters, agriculturalists, wildlife managers), look at our lands and resources in a very narrow perspective. For national planning, foresters, for example, often look at only forested lands. Recommendations for a forestry program are often based on this perception.

In reality, these lands may represent a small portion (or a small piece of a large puzzle) of a base from which one could develop a timber management program. Foresters should be interested not only in lands that are currently forested, but also in those lands that were once forested but are no longer so and in lands that have never been forested but could be.

Similar analogies can be made for each of the land and resource management activities. Unfortunately the problem does not end there.

When we independently pass our narrow perceptions on to decision makers at the national level we may be providing him or her with only pieces of a very complex puzzle. Individually, the pieces may have no meaning. When combined, the pieces may not fit together, and indeed all the pieces required may not be available.

To ensure that pieces are complete and do in fact fit together, the jigsaw puzzle maker must start with the finished product, then cut it into challenging pieces.

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Miguel Caballero Deloya and H. Gyde Lund were the conference coordinators representing Mexico and the United States respectively. The conference was developed, in part, by the coordinators under an action plan implementing the Supplement to the Master Memorandum of Understanding or Scientific and Technological Cooperation in Forestry between the Secretary of Agriculture and Water Resources, Mexico and the Secretary, United States Department of Agriculture dated June 12, 1985. Send?



The national decision maker needs to know how much land and resources are currently available and how much his nation will need in the future; what is the current capability of all the Nation's lands to meet those needs; and where are the potential sources of resources his nation cannot provide. In order for the head of state to make rational land and resource management decisions, the decision maker must have a holistic view of all options available.

#### Program Format

During this conference we looked at various pieces of a complex puzzle that the decision maker must work with. Our objective (the end picture) was to develop written recommendations about how the tropical nations of the world can better evaluate their land and resources and plan for their use. Hopefully the results of this conference and workshop can be used as input to the "Forestry in Land Use" section of the recently issued Tropical Forestry Action Plan (2).

We limited our discussions to four problem areas identified by the sponsors of the conference relating to national land and resource evaluation and planning in the tropics. These included how to:

- 1) determine information needs for national land and resource evaluation and planning;
- 2) organize and collect the needed information;
- 3) analyze the data and develop national plans; and
- 4) implement, monitor, and maintain national plans.

These formed the first cuts of our jigsaw puzzle.

The tools that we used to further shape the puzzle pieces were general and technical session papers, field trips, information from the mesas redondas or round table discussions, and personal experiences. During the workshop portion of the meeting, we refined the pieces of the puzzle so that they could fit together to make a meaningful picture.

#### Results

Nearly 200 people, representing nearly 25 countries, participated in the conference or contributed papers for the proceedings and helped shape the final jigsaw pieces. The authors submitted their manuscripts in camera-ready format to expedite the publication of these proceedings. Each contributor was therefore responsible for the accuracy and style of his or her paper. Statements of the contributors do not necessarily reflect the policies of the sponsoring organizations and agencies.

All the puzzle pieces are contained in this proceedings. It is now up to the decision makers in each tropical country to use the information presented here. Not until the recommendations of this meeting are implemented, can we expect to see the true results of this international conference and workshop.

#### Acknowledgments

The International Conference and Workshop on Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics was the product of close cooperation between conservation agencies and private organizations including the following:

Secretaria de Agricultura y Recursos  
Hidraulicos de Mexico (SARH)

Asociacion Mexicana de Profesionales  
Forestales (AMPF)

International Society of Tropical Foresters  
(ISTF)

International Union of Forestry Research  
Organizations (IUFRO), Subject Group S 4.02  
Forest Inventory

Society of American Foresters (SAF),  
Inventory Working Group

U.S. Department of Agriculture, Forest  
Service (USFS)

Food and Agriculture Organization of the  
United Nations (FAO)

These agencies and organizations were exceedingly generous in permitting their representatives to participate in the planning of the conference, and many of them, as listed below, contributed financially to the support of the meeting.

The Asociacion Mexicana de Profesionales Forestales, the International Union of Forestry Research Organizations, the International Society of Tropical Foresters, the Society of American Foresters, and the Food and Agriculture Organization of the United Nations provided suggestions for the program format, content, and speakers. They also carried announcements of the meeting in their various newsletters and journals.

The U.S. Department of Agriculture, Forest Service financed the printing and distribution of the brochures and the publication and distribution of these proceedings. The Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos de Mexico financed and handled graciously and effectively the innumerable details concerned with the conduct of the meeting itself, including providing audio-visual and translation support and equipment, the printing of the final program, registration, the excellent field trips and tours, evening activities, transportation, and the general welfare of the participants.

The scope, format, and content of this program are the result of valued input from each of the sponsors and as a result of a call for papers. In particular, the assistance and advice of the following individuals are hereby acknowledged: Dr. Warren T. Doolittle representing ISTF; Dr. Paul Schmid-Haas representing IUFRO; Dr. Bert Husch, K. D. Singh and J. P. Lanly from FAO; Mr. Steven Sader from NASA; and Mr. Richard Birdsey and Dr. David Harcharick from the USFS.

The success of the conference was due to the logistical support provided by Ing. Ernesto Badillo Navarrete, Ing. Jesús B. Cardaña Rodríguez, Dr. Antonio Turrent Fernandez, Ing. Carlos E. González Vicente, Ing. Raúl Villarreal Cantón, T.P.A. E. Armida Hernández O., Ing. Avelino B. Villa Salas, Act. Verónica C. Barbosa López, Ing. Alberto Acevedo Mondragón, Ing. Lázaro Mejía Fernández, Srita. Minerva E. Jiménez O., and Ing. Pedro García Mayoral.

A special thanks is due to Lic. Pedro Joaquín Coldwell, Constitutional Governor of the State of Quintana Roo and the people of the State of Quintana Roo and the City of Chetumal for hosting this conference and their outstanding hospitality.

Lastly, our thanks to all the exhibitors, authors, speakers, moderators, recorders, work group chairpersons and all the other participants for their individual contributions which lead to a very successful and rewarding meeting (figure 1).

#### Conference Organization Committee

President: Dr. Manuel R. Villa Issa (SARH)

Copresidents: Ing. Carlos Valdez Sandoval (AMPF)  
Dr. Warren Doolittle (ISTF)  
Dr. Paul Schmid-Haas (IUFRO)  
Dr. John F. Bell (SAF)  
Mr. R. Max Peterson (USFS)  
Dr. Edouard Saouma (FAO)

#### Literature Cited

1. Bell, John F.; Atterbury, Toby. eds. Renewable resource inventory for monitoring changes and trends: Proceedings of an international conference; 1983 August 15-19; Corvallis, OR. SAF 83-14. Corvallis, OR: Oregon State University; 1983. 737 p.
2. Committee on Forest Development in the Tropics. Tropical forestry action plan. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1985. 159 p.
3. LaBau, Vernon J.; Kerr, Calvin L., eds. Proceedings, international conference on inventorying forest and other vegetation of high latitude and high altitude regions; 1984 July 23-26; Fairbanks, AK. SAF 84-11. Bethesda, MD: Society of American Foresters; 1984. 296 p.
4. Lund, H. Gyde; Caballero, Miguel; Hamre, R. H.; Driscoll, Richard S.; Bonner, William, tech. coords. Arid land resource inventories: developing cost efficient methods: Proceedings of an international workshop; 1980 November 30-December 6; La Paz, Mexico. Gen. Tech. Rep. WO-28. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 1981. 620 p.



Figure 1 -- Some of the participants at the International Conference and Workshop on Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics.



## INFORME DE LOS GRUPOS DE TRABAJO

### RELATORIA DE LA SESION GENERAL

**MODERADOR:** Ing. Jesús B. Cardeña Rodríguez.

**RELATOR:** Ing. Miguel Angel Olayo González.

La presente relatoría, resume las conclusiones y recomendaciones que presentaron los cuatro grupos de trabajo, las que enriquecidas con la mesa redonda conforman las conclusiones y recomendaciones finales del evento.

- Se reconoce que existen varios niveles de planeación que son interdependientes desde su diseño hasta su instrumentación.
- Los planes en todos los niveles, deben considerar tanto los objetivos nacionales como las necesidades regionales de la población involucrada.
- El proceso de planeación debe ser uniforme para todas las regiones de un país; cada nivel de planeación y todo el personal directamente involucrado debe ser previa y adecuadamente capacitado.
- La planeación es un proceso que pierde su objetivo sin la participación de las comunidades locales por la estrecha interacción que tienen con los recursos.
- En la elaboración de los planes, se recomienda no desvincular el desarrollo de los recursos naturales del de los pobladores de las áreas.
- Los sistemas de planeación así como sus procesos deberán ser aceptados y adoptados por aquellos que recibirán el impacto de los planes.
- Los planes deberán comprender etapas de corto, mediano y largo plazo; con la flexibilidad necesaria para que sin perder los objetivos trazados, puedan superar períodos de crisis provocados por condiciones naturales, sociales, económicas y políticas que se presenten durante su desarrollo.
- Es urgente evaluar la magnitud de la destrucción de los recursos forestales y los agentes causales.
- El acelerado proceso de cambio que presentan los bosques tropicales, obliga al uso de sistemas que contemplen la evaluación continua de los recursos, para lo cual se recomienda la utilización de fotografías aéreas e imágenes de satélite combinadas adecuadamente, con información de sitios de muestreo permanente.

## WORK GROUPS REPORT

### GENERAL SESSION

**MODERATOR:** Ing. Jesus B. Cardeña Rodriguez.

**RECORDER:** Ing. Miguel Angel Olayo Gonzalez.

This report summarizes the conclusions and recommendations presented by the four work groups - that enriched with the round session make up the final conclusions and recommendations of the meeting.

- There are several levels on the planning that are interdependent from their design to their implementation.
- At all levels, the plans should consider both the national objectives and the regional necessities of the involved population.
- The process of the planning should be uniform for all the regions of a country; every level of planning and the personnel directly involved should be previously and adequately trained.
- The planning is a process that misses its objective without the participation and attendance of the local communities due to the narrow interaction with the resources.
- In the elaboration of the plans, it is recommended not to separate the development of the natural resources with the inhabitants of the areas.
- The systems of the planning as well as their processes should be accepted and adopted by those people that will receive the effect of the plans.
- The plans must comprehend stages of short, medium and long term; with the necessary flexibility so without missing the objectives pointed out, they can surpass critical periods provoked by natural, social, economic and political conditions that may come up during the development.
- It is urgent to evaluate the magnitude of damage of the forest resources and the agents that cause it.
- The accelerated process of change that is presented by the tropical forests, compels the use of systems that foresee the continuous evaluation of the resources, for this it is recommended the adequate use of aerial photos and satellite images in combination, with information of permanent sampling sites.



- Se que sea la Organización para la Agricultura y la Alimentación de la ONU (FAO), quien establezca y/o promueva el establecimiento de un sistema que integre información de todos los países tropicales para análisis regionales o mundiales; y solicitar a los gobiernos que aún carezcan de él, la elaboración de planes a largo plazo del uso de los suelos forestales tropicales; asimismo, sea la encargada de promover normas que homogenicen el tipo de información a utilizar en la elaboración de planes nacionales, con el objeto de facilitar la integración e interpretación adecuada a nivel mundial.

- Deberá promoverse el inventario múltiple de recursos en los niveles de manejo, con el fin de aprovechar el potencial de la producción de bienes y servicios de los bosques tropicales.

- La instrumentación, seguimiento y mantenimiento de los planes es la culminación del proceso de planeación por lo que se recomienda:

- Para asegurar la continuidad del plan se deberán desarrollar mecanismos para evitar el retroceso en la actividad, por lo que deberán preverse aspectos jurídicos, económicos, sociales y políticos e impulsar la participación organizada de los sectores involucrados de la sociedad.

- Para dar viabilidad y continuidad a los planes, se requiere que haya labor de extensión en forma permanente y en el lugar mismo de los acontecimientos.

- En la formación continua de cuadros técnicos, como agentes de desarrollo y responsables de la ejecución de los planes, se deberá elegir preferentemente al personal regional comprometido con sus comunidades.

- Para la evaluación de las actividades planeadas se debe enfatizar y considerar los impactos dentro y fuera del área de ejecución, incluyendo los que no se hayan contemplado en el desarrollo del plan.

- La información generada por las evaluaciones debe retroalimentar permanentemente los sistemas de planeación.

Finalmente se concluye que el aporte permanente de bienes y servicios de las áreas tropicales para el desarrollo de las comunidades rurales y la sociedad en general, depende en gran medida de la capacidad que tengamos de difundir el adecuado manejo y conservación de los recursos naturales del trópico.

- It is suggested that the Organization for Agriculture and Food the ONU (FAO) be the one that establishes and/or promotes the establishment of a system that integrates the information of all tropical countries for the regional or world-wide level.

- The multiple resources inventory should be promoted in the management levels to make use of the potential of the production of benefits and services of the tropical forests.

- The implementation, pursuit and maintenance of the plans is the culmination of the process of planning. For this, we recommend the following:

- To secure the continuity of the plan, some mechanisms must be developed to avoid the backward in the activity. For this reason, legal, economic, social and political aspects should be foreseen and to impel the organized participation of the involved sectors of the society.

- To provide viability and continuity to the plans, it is required to have extensive labor in a permanent way and in the same place of the events.

- In the continuous forming of the technical tables, as agents of the development and responsables of the execution of the plans, the regional personnel committed with their communities should be mainly chosen.

- For the evaluation of the activities planned, the impacts inside and outside the area of execution, including those activities not contemplated in the development of the plan.

- The information generated by the evaluation should permanently feed back the planning systems.

Finally, it is concluded that the permanent contribution of benefits and services of the tropical areas for the development of the rural communities and the society, in general, depend in great extent on the capacity we have to disseminate the adequate management and preservation of the natural resources of the Tropics.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

## GRUPO DE TRABAJO N° 1:

## DETERMINACION DE NECESIDADES DE INFORMACION.

PRESIDENTE: Dr. Miguel Caballero Deloya.

RELATOR: Ing. Humberto Ortega Cataneo.

1. Es urgente contar con información de la magnitud de la destrucción del recurso tropical, y de los agentes causales.
2. Que se establezca un sistema de seguimiento - para conocer la intensidad de los daños que - se están causando en forma dinámica y periódica a los bosques tropicales.
3. Elaborar un catálogo de organizaciones que poseen información sobre el recurso forestal - tropical a nivel nacional, indicando la naturaleza y el tipo de la información que maneja cada uno de ellos.
4. Sugerir a FAO que establezca un sistema de información mínima para todos los países con recursos forestales tropicales, en tal forma de integrar la información de carácter regional y mundial. Esto se haría independientemente de que cada país tenga la posibilidad de manejar como parte de sus políticas internas, un sistema de clasificación que adapte plenamente a sus condiciones particulares.
5. Que FAO solicite a los gobiernos de los países con recursos tropicales, que aún carezcan de él, la elaboración de un plan a largo plazo - de uso de los suelos forestales tropicales, - requiriendo de los Gobiernos la aplicación de todos los postulados que contenga el plan. - Que estas acciones se incluyan como tareas - prioritarias dentro del Plan de Acción Forestal de los Trópicos elaborados por FAO.
6. Que cada país tropical atienda sus necesidades más apremiantes en materia silvícola, de manejo y tecnológica, para estimular y reencauzar la investigación y el desarrollo tecnológico en estas disciplinas.
7. Solicitar de todos los países con recursos forestales tropicales, la divulgación y el intercambio de sus experiencias en materia de desarrollo, protección, fomento y evaluación de ellos.
8. Que todos los inventarios y sistemas de información, incluyan datos sobre los recursos humanos y, en particular, sus condiciones socio-económicas y el estado de interacción que mantienen con los recursos naturales.

## WORK GROUP N° 1:

## DETERMINING INFORMATION NEEDS.

CHAIRMAN: Dr. Miguel Caballero Deloya.

RECORDER: Ing. Humberto Ortega Cataneo.

1. It is urgent to have necessary information - of the damage magnitude of the tropical resource and the agents that cause it.
2. To establish a follow-up system to know the intensity of damage that is dynamically and periodically caused to the tropical forests.
3. To elaborate a catalogue of the organizations that have information on the tropical forest resource at a national level, pointing out the nature and type of information handled by every organization.
4. To suggest FAO to establish a system of minimum information for all the countries with tropical forest resources, to integrate the regional and worldwide information. This would be as if every country has the possibility to manage as part of its internal politics a classification system that can be adapted to its particular conditions.
5. That FAO asks the governments of the countries that have tropical resources if they still do not have it, to elaborate a long term plan for using the tropical forestry - soils, requiring from the governments the application of all the steps foreseen in the plan. That all these actions be included as prioritarian tasks in the Forestry - Action Plan of Tropical Lands elaborated by FAO.
6. That every country attends its most important needs in silvicultural, management and technological aspect, to stimulate and guide the research and the technological development of these subjects.
7. To ask all the countries with tropical forestry resources, the dissemination and exchange of their experiences in relation to development, protection, fomentation and assesment of them.
8. That all inventories and information systems include data on human resources, and particularly their socio-economic conditions and the interaction state that they maintain with the natural resources.

9. Se recomienda que para darle seguimiento a esta Conferencia, se lleven a cabo las siguientes acciones que permitan evaluar los progresos alcanzados:

- a) Visitas e intercambios de técnicos entre los países del Trópico.
- b) Promover otra reunión internacional sobre el tema, dentro de un plazo de dos años.

Este grupo de trabajo enfatiza la importancia y la necesidad de contar con una información actualizada, confiable y oportuna sobre el estado que guardan los bosques tropicales del mundo. Solamente con este tipo de información podrá garantizarse la aplicación de planes de uso de las tierras tropicales que garanticen su adecuado manejo, aportando bienes y servicios para el desarrollo de las comunidades rurales, en el marco de protección y conservación del recurso, que asegure su producción a las generaciones futuras.

9. It is recommended that to carry out the steps of this Conference, the following actions that permit to assess the results be carried out:

- a) Visits and exchange of technicians among the tropical countries.
- b) To promote another international meeting on this subjects, in two year period.

This work group emphasises the importance and need to have up-dated, reliable and timely information on the status of the tropical forest of the world. Only with this kind of information, the application of plans on the use of tropical land that guarantee its appropriate management would be guaranteed, giving benefits and services for the development of rural communities in the protection and preservation frame that secures its production to future generations.



## GRUPO DE TRABAJO N° 2:

### INVENTARIO DE RECURSOS.

PRESIDENTE: Ing. José Ma. Zapata Esquivel.

RELATOR: Ing. Miguel Ruíz Altamirano.

Las discusiones del grupo se centraron en un resumen, que sobre las experiencias de la Conferencia sobre Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional de las zonas tropicales - elaboró el Dr. K.D. Singh, representante de la - FAO (Food and Agriculture Organization) a esta - reunión internacional. En este resumen el Dr. - Singh plantea:

- La necesidad de reiniciar el aprendizaje de - la dasonomía y del inventario forestal dentro del contexto actual de desarrollo de los países en vías de desarrollo.
- Optimizar más el muestreo mediante sistemas de estratificación, que reduzcan la variabilidad de la selva.
- Que la separación de "clases espectrales" en base al sensorio remoto, tiene poco sentido - para el desarrollo rural, aunque puede ser - adecuado para definir unidades de estudio - para la planeación y ejecución del inventario forestal.
- Que este inventario forestal debe ser continuo y debe proporcionar datos para evaluar - el cambio.
- Estructurar una base de datos sobre distintos tipos de utilización del suelo, que apoye la elaboración de un plan de cambios de la situación actual del bosque, con objeto de cumplir con los objetivos de índole política, social, económica y medio ambiental, que se apoye en sitios permanentes y estudios experimentales.
- La información existente podría ser utilizada para iniciar la tarea de instruir el nuevo - sistema de inventario forestal.
- Propone clasificar la compleja planeación nacional, en:
  1. Desarrollo Humano.
    - Rural.
    - Urbano - Industrial.
  2. Conservación del medio ambiente.
    - Agua - suelo.
    - Flora.
    - Fauna Silvestre.

## WORK GROUP N° 2:

### RESOURCE INVENTORY.

CHAIRMAN: Ing. Jose Maria Zapata Esquivel.

RECORDER: Ing. Miguel Ruiz Altamirano.

The discussions of this group were centered in a summary that was written by Dr. K. D. Singh, - FAO's representative, on the experience of the - Conference on the Evaluation of Soils and Resources for the National Planning of Tropical Areas for this international meeting.

In this summary, Dr. Singh sets the following:

- The necessity to reiniciate the knowledge on Dasonomy and of the Forest Inventory in the current development of the developing countries.
- To optimize the sampling much more through - stratification systems that reduce the variability of the jungle.
- That the separation of "spectrum classes" in base of remote sensing has little sense for the rural development, eventhought it can be adequated to define the study unities for - planning and execution of the forest inventory.
- This forestry inventory has to be continuous and must give data to evaluate the change.
- To structure the basis of data on the different types of uses of soil to support the - elaboration of a plan on the current location of the changes of the forest, to fullfill -- all political, social, economical and environmental objectives that are supported on the - permanente and experimental sites.
- The current information would be used to - begin the task on the teaching of the new -- forest inventory system.
- Dr. Singh propouses to classifify the complex national planning in:
  1. Human Development.
    - rural.
    - urban-industrial.
  2. Environmental Preservation.
    - water-soil.
    - flora.
    - wildlife.

- El marco de muestreo puede apoyarse en información sobre.
  - zonas ecoflorísticas.
  - grandes cuencas.
  - mapas de tipo administrativo.
  - estratificación en base a población o densidad forestal o ambas.

Las necesidades urbanas e industriales podrían - muestrearse separadamente.

- Propone una secuencia de trabajo como sigue:
  - . Estudiar los objetivos de la planeación nacional considerando el desarrollo industrial y la conservación del medio ambiente.
  - . Formular a grandes rasgos los objetivos de la planeación forestal a nivel nacional.
  - . Revisar la situación actual del bosque y las tendencias anteriores en base al inventario forestal nacional, utilizando el concepto del muestreo sucesivo para lograr una tendencia lineal.
  - . Desarrollar estudios de consumo de la producción, en función de clases urbanas y rurales.
  - . Llevar a cabo un estudio de la situación del medio ambiente y de las necesidades de conservar suelo y agua por cuenca y flora y fauna por zonas ecoflorísticas.
  - . Formular opciones factibles considerando los tipos de utilización futura del suelo y el trabajo correspondiente a los requerimientos de entrada y salida resultantes y observar a éstas con las necesidades de desarrollo y conservación.
  - . Formular un plan estratégico realista conjuntamente con el área de planificación nacional y con los representantes populares.
  - . Lo anterior puede hacerse por provincia, y distrito, realizando la planeación local conjuntamente con las autoridades o áreas encargadas de preparar planes, programas y proyectos.
  - . Dicho plan debería considerar a los recursos locales como lo máximo.
  - . Los planes deberán implementarse adecuadamente, monitorearlos y evaluarlos, así como actualizarlos periódicamente.

Después de discutir lo señalado por el Dr. Singh, se acordó que debe elaborarse un documento que haga llegar a los niveles de toma de decisiones de los países con recursos tropicales y a los organismos de cooperación internacional como la FAO, las siguientes recomendaciones de carácter general:

- The sampling can be supported on information, such as:
  - ecofloristic areas.
  - large watersheds.
  - administration maps.
  - stratification in base of population or forestry density, or both.

The urban and industrial needs would be sampled separately.

- Dr. Singh proposes a work sequence, as follows:
  - . To study the objectives of the national planning taking into consideration the industrial development and the preservation of the environment.
  - . To formulate the objectives of the forest planning at a national level.
  - . To go through the current forest situation and the previous trends in base of the national forest inventory, making use of the continuous sampling to obtain a lineal trend.
  - . To develop consumption studies of the production, in relation to the urban and rural classes.
  - . To perform a study on the situation of the environment and of the needs to preserve the soil and water by watershed and flora and wildlife by ecofloristic areas.
  - . To formulate feasible options taking into consideration the types of future use of soil and the corresponding work of the resulting requirements of input and output and to observe these with the needs of development and preservation.
  - . To formulate a strategic real plan joined with the national planning area and with the popular representatives.
  - . The previous could be done with province/district, performing the planning locally in conjunction with the authorities or areas in charge of working out the plans, programs and projects.
  - . Such a plan should consider the local resources as the most important ones.
  - . The plans must be implemented adequately, monitored and evaluated, as well as to go up-dated periodically.

After discussing these aspects pointed out by Dr. Singh it was agreed that a document must be elaborated that brings all levels of decision making of the countries with tropical resources and organizations of international cooperation with FAO, the following recommendations of general criteria:

1. Que los países en vías de desarrollo para - apoyar la planeación de sus inventarios forestales aprovechen las experiencias que sobre este tema, han desarrollado otros países con un nivel de desarrollo y una problemática similares.
2. Que debido a que los bosques tropicales están cambiando muy rápidamente en cantidad y calidad, la planeación del inventario forestal a nivel nacional debe utilizar un sistema de sitios permanentes de muestreo que proporcionen los datos para evaluar dicho cambio. La toma de datos debe ser periódica y permanente con objeto de definir tendencias del recurso y alternativas de solución a la problemática.
3. Por otro lado, los complejos ecosistemas forestales tropicales requieren de información múltiple para poder diseñar sistemas de manejo acordes con esta situación. Es necesario obtener información de otros recursos como el agua, la fauna silvestre, el suelo, y otros en base al establecimiento de un inventario múltiple de recursos. Marcos de muestreo como el REDAB GRID desarrollado por la Estación Experimental Forestal y de Pastizales Intermontana deberían probarse y analizarse en áreas tropicales, dada su versatilidad y flexibilidad.
4. Para fines de evaluación continua también es recomendable el uso de la combinación de sitios de muestreo permanentes y temporales. La estimación del cambio en los bosques tropicales puede favorecerse al utilizar fotografías aéreas o imágenes de satélite en forma individual o combinadamente.
5. Es necesario que las agencias internacionales como la FAO, elaboren y afinen las normas necesarias para llevar a cabo inventarios forestales para la planeación nacional del desarrollo. También se considera pertinente que la normalización sea un proceso interno dentro de cada país con objeto de que los datos de inventario forestal puedan manejarse e interpretarse mundialmente en forma adecuada.
6. Se recomienda ampliamente que los organismos internacionales como la FAO, establezcan los mecanismos necesarios para que se fortalezca la cooperación y el intercambio de información sobre la planeación y el desarrollo de los inventarios forestales a nivel nacional, entre los diferentes países que manejan recursos naturales tropicales.

Es también necesario que internamente en cada país, se lleven a cabo reuniones periódicas entre las diferentes agencias encargadas de efectuar el inventario de los recursos naturales tropicales, en las cuales se planteen los problemas y necesidades involucrados en esta actividad y se establezcan compromisos que permitan una implementación y desarrollo eficaz de los trabajos. Asimismo, a través de estas reuniones de entendimiento y compro-

1. That the developing countries to support the planning of their national forest inventories make use of the experiences that have been developed by other countries with a developing level and with a similar problematic.
2. As the tropical forests are changing quickly in quantity and quality, the planning of the forest inventory at a national level, a system of permanente sampling sites has to be used to give data to evaluate such a change. The collection of data has to be periodical and permanente to define the trends of the resource and the solution alternatives for the problematic.
3. On the other hand, the complex tropical forest ecosystems requiere multiple information to design management systems in agreement with the situation. It is necessary to obtain information on other resources - such as water, wildlife, soil, and the like, in base of the establishment of a multiple inventory of resources. The sampling methods as the REDAB GRID developed for the Forest Experiment Station and Intermountain Grasslands should be tested and analysed in tropical areas for their versatility and flexibility.
4. For the continuous evaluation, it is recommended the use of the permanente and temporal sampling sites in combination. The estimation of the change in the tropical forest can be favoured making use of aerial or satellite images, individually or combined.
5. It is necessary that the international agencies such as FAO do and set the necessary rules to perform the forest inventories for the national planning development. Also, it is considered important that the ruling be and internal process inside every country so the forest inventory data can be managed and interpreted worldwide in an appropriate way.
6. It is recommended that the international organizations such as FAO establish the necessary mechanisms to strengthen the cooperation and exchange of information on the planning and the development of forest inventories at a national level among the different countries that manage natural tropical resources. It is also necessary that inside every country, periodical meetings be performed among the different agencies in charge of carrying out the inventory of the natural tropical resources, in which the problems and necessities of this activity be settled and the compromises that permit the establishment and efficient development of the tasks be established.

Likewise, through these understanding and compromise meetings, it is necessary to -



miso es necesaria la definición y establecimiento de la frontera agropecuaria y forestal.

define and establish the forest, agricultural and wildlife borders.

### GRUPO DE TRABAJO N° 3:

#### ANALISIS Y PLANES DE DESARROLLO.

**PRESIDENTE:** Dr. Paul Dulin.

**RELATOR:** M.C. Fernando Patiño Valera.

1. La planeación debe considerar el análisis de los aspectos pertinentes del ecosistema e incluir asimismo el desarrollo social y el de sus recursos.
2. Identificar las necesidades de información, análisis y el proceso de planeación lo más simple posible. Considerar las habilidades de los técnicos que hagan la planeación, para aplicar ciertas metodologías de planeación y las limitantes en los costos.
3. Los sistemas de planeación y sus procesos deben ser comprendidos y aceptados por aquellos a quienes van dirigidos los planes. Las necesidades y puntos de vista de las comunidades locales deben considerarse a todos los niveles de la planeación.
4. Debe darse a las agencias locales una autoridad real para la implementación de los planes.
5. Los planes nacionales deben concordar con los planes regionales, que a su vez deben armonizar con los planes del área local. Los planes a todos los niveles deben considerar tanto los objetivos nacionales como las necesidades de la población a ser impactada.
6. La información debe ser obtenida y analizada tomando en consideración las áreas de cultura homogénea así como las zonas biofísicas.
7. Debería darse mayor énfasis a los sistemas de análisis que a las nuevas formas matemáticas, considerando la perspectiva localizada de los usos múltiples de los recursos. Deberán usarse con gran cuidado modelos de simulación, y sólo como otra fuente de información para predecir las tendencias y los posibles impactos del desarrollo.
8. En términos de la planeación, deberán considerarse las siguientes necesidades de tiempo:

	<u>DURACION</u>
Programación de actividades	0 - 1 año
Planes a corto plazo	- 5 años
Planes a mediano plazo	- 15 años
Planes a largo plazo	- 15 años

### WORK GROUP N° 3:

#### ANALYSIS AND PLAN DEVELOPMENT.

**CHAIRMAN:** Dr. Paul Dulin.

**RECORDER:** M.C. Fernando Patiño Valera.

1. Planning should consider the analysis of pertinent aspects of the ecosystem and include the development of people as well as resources.
2. Keep the information needs, analysis and the planning process as simple as possible. Consider the planners' technical abilities to apply planning methods and limitations of costs of certain methodologies.
3. Planning systems and their process should be understood and accepted by those to be impacted by the plans. The needs and points of view of the local communities should be considered at all levels of planning.
4. Real authority for implementing plans should be given to local agencies.
5. National plans should accord with regional plans, which in turn should harmonize with local area plans. Plans at all levels should consider both national objectives and the need of the target population.
6. Information should be collected and analyzed considering culturally homogeneous areas as well as bio-physical zones.
7. Descriptive systems analysis should be given greater emphasis than precise mathematical forms, considering the locally perceived multiple uses of the resources. Simulation models should be used with great care and only as another information source in predicting trends and possible impacts of development.
8. In terms of planning, the following timeframes should be needed:

	<u>DURATION</u>
Programming of Activities	0 - 1 years
Short - term plans	- 5 years
Medium - term plans	- 15 years
Long - term plans	- 15 years

9. El monitoreo de las actividades planeadas - deberán considerarse los impactos dentro y fuera del área de implementación, incluyendo impactos a los recursos que no sean desarrollados. La información del monitoreo - deberá ser alimentada periódicamente y deberá mantenerse dentro del sistema de planeación.
10. El proceso de planeación deberá ser uniforme en todas las regiones del país y en cada nivel de planeación. Todo el personal directamente involucrado con la planeación deberá ser entrenado apropiadamente en el proceso.

#### GRUPO DE TRABAJO N° 4:

##### INSTRUMENTACION, SEGUIMIENTO Y MANTENIMIENTO.

**PRESIDENTE:** Ing. Carlos Valdez Sandoval.

**RELATOR:** Ing. Aarón Mastache Mondragón.

Para FAO y cada país miembro.

Después de haber asistido a la sesión de trabajo donde se presentaron las diferentes ponencias sobre este tema, y una vez integrado y definido su función, según la mecánica de esta reunión internacional, EL GRUPO DE TRABAJO 4 concluye lo siguiente:

#### ENFATIZAR

Cuando hablamos de desarrollo, debemos atender, que lo más importante de este concepto es el desarrollo de la sociedad. Por lo mismo deberá ser ésta, el sujeto autor del plan en sus diferentes etapas, desde el diseño del modelo, hasta la operativación y conclusiones.

La planificación deberá comprender entonces la participación de la población afectada, no como un elemento más de los que intervienen en un fenómeno, sino como los sujetos organizados en un marco de autogestión, apropiados de su problemática y su perspectiva, de tal manera que corresponda a sus necesidades, deseos y posibilidades de desarrollo en un proceso creciente.

Los planes para su instrumentación, en base a los lineamientos generales nacionales, deberán realizarse a escalas regionales y microregionales, para que al reducir el universo de trabajo, aumente la capacidad de control permanente.

- Los pobladores de las zonas tropicales.
- Los gremios de profesionales respectivos.
- Organizaciones Internacionales.
- FAO.

9. Monitoring of planned activities should be stressed and should consider impacts within and outside the area of implementation, including impacts to resources not being developed. Monitoring information should be continually "fed back" and maintained within the planning system.

10. The planning process should be uniform for all regions of a country and at each level of planning. All personnel directly involved with planning should be appropriately trained in the process.

#### WORK GROUP N° 4:

##### IMPLEMENTATION, MONITORING AND MAINTENANCE.

**CHAIRMAN:** Ing. Carlos Valdez Sandoval.

**RECORDER:** Ing. Aaron Mastache Mondragon.

For FAO and every member.

After attending the work session where the different conferences on this theme were given, and once the function was integrated and defined accord to the development of this international meeting, Work Group 4 includes the following.

#### EMPHASIZE

When talking about the development to understand that the most important fact of this concept is the development of the society. For this reason, this should be taken as the subject author of the plan in the different stages, from the design of the model to the operation and conclusions.

The planning should then comprehend the participation of the affected population, not only as an element that takes part of a phenomenon, but as the organizing in an automanagement frame, as part of its problematic and perspective, so they correspond to its necessities, desires and possibilities of development in a developing country.

The plans for its implementation, in base of the national general steps should be performed at a regional and microregional levels, so when reducing the work the capacity of permanente control increases.

- The inhabitants of tropical areas.
- Respective professional groups.
- International organizations.
- FAO.



## SOBRE EL SEGUIMIENTO.

La retroalimentación producto de las evaluaciones periódicas para la correlación de posibles desviaciones se deberá hacer principalmente en base a los siguientes puntos.

**Físico.-** Para ver si corresponde al tiempo y el espacio.

**Económico.-** Si hay correspondencia entre el costo y beneficio.

**Social.-** Si se está dando la apropiación y socialización del plan y sus beneficios a todos según lo previsto.

**Ecológico.-** Para revisar constantemente los indicadores del mejoramiento ecológico.

**Político.-** Para detectar amenazas, garantizar la continuidad, ganar y conservar espacio y posiciones y continuidad del plan, intercambios de experiencias regionales, nacionales e internacionales.

Por último enfatizar.- Que solamente la sociedad organizada, para retomar el camino de la reconstrucción de su habitat, desposeídas de aspiraciones de dominio, aprendamos de nuestros errores y aciertos, hagámoslo ahora.

- Los extensionistas involucrados en el proyecto, es recomendable que sean de las mismas comunidades formadas en su propia problemática y comprometidos con sus pueblos. De no tener estas condiciones de origen, y mientras se genera, es fundamental que los extensionistas comisionados al plan, sean gente motivada, convencida y apropiada del concepto de desarrollo, para garantizar su operativización.
- La formación continúa de cuadros técnicos, agentes del desarrollo, deberá hacerse a todos los niveles en la calidad y cantidad necesaria.
- La metodología, métodos y procedimientos, deberán ser lo suficientemente explícitos, y sencillos, para que cuando sea necesario por diferentes razones reemplazar al personal responsable de los proyectos, el plan no se vea afectado ni se interrumpa su marcha.

La labor de extensionismo, para dar viabilidad y continuidad al proyecto, se requiere que sea, constante, permanente y en el lugar mismo de los acontecimientos in situ.

El plan para su continuidad, deberá desarrollar mecanismos de no retorno, por lo que deberán preverse aspectos: Jurídicos, económicos, sociales y políticos y sobre todo, impulsar la participación organizada de la sociedad civil, de los sectores involucrados e interesados como son:

## FOLLOWING.

The feed back result of the periodical evaluations for the correlation of possible deviations should be done mainly in base of the following:

**Physic.-** To know if it corresponds to time and space.

**Economic.-** If there is correlation between cost and benefit.

**Social.-** If the plan is developed appropriately and socially and if its benefits are developed according to the foreseen facts.

**Ecologic.-** To constantly review the ecological improvement gradients.

**Politic.-** To detect threats, to guarantee the continuity, to obtain and preserve space and places, and the continuity of the plan, and the exchange of regional, national and international experiences.

Finally, to emphasize.- That only the organized society for retaking the construction of its habitat, must take into consideration our mistakes and success.

- It is recommended that the extensions included in this project be taken from the same communities formed in their own problematic and in compromise with their own people. If we do not have these conditions, and while they are generated, it is fundamental that the commissioned extensions of the plan be people motivated, convinced and suitable enough in the concept of the development to guarantee its operation.
- The continuous performance of technical plans, agents of development, should be done at all levels of the necessary quality and quantity.
- The methodologies, methods and procedures should be clear and simple enough, so when necessary due to different reasons, the personnel in charge of the projects be replaced, without affecting or interrupting the plan.

The extension work, to continue and practice the project, must be constant, permanent and in situ.

For the continuity of the plan, it must develop non-return mechanisms, so some aspects should be taken into consideration such as legal, economic, social and political factors, and above all to impel the organized participation of the civil society of the groups that are included and interested such as:

En los planes de desarrollo, se deberán conciliar por la vía de la concertación, los intereses de la sociedad en general, con los intereses de grupos que habitan una región donde el manejo de los recursos de ésta, corresponda al interés y prioridad nacional y conjugue el desarrollo de la sociedad con el de su medio ambiente.

Los planes deberán comprender etapas de corto, mediano y largo plazo, con la flexibilidad necesaria para superar momentos críticos económicos, ecológicos, sociales, físicos, políticos, etc. que se presenten durante su desarrollo sin que se desvíe de los objetivos trazados.

En la etapa de la instrumentación, sobre todo cuando los recursos son escasos, es conveniente recurrir a fuentes de financiamiento como pueden ser organizaciones internacionales para el desarrollo, que coincidan con los objetivos del plan y sin que subordine a éstas su ejecución; pero, sobre todo, es altamente recomendable, y necesario, desarrollar mecanismos que permitan generar y canalizar la gran fuerza de transformación del pueblo organizado.

Los planes deberán contemplar para la restauración y conservación de los recursos naturales, las diferentes condiciones en que se encuentran, para recurrir a las plantaciones, regeneración natural o manejo de las comunidades vegetales existentes.

In the developing plans, the interests of the society must be accord with the interests of the groups that inhabit a region where the management of the resources corresponds to the national interest and priority and the development of the society with the development of its environment.

The plans must include short, medium, and long-term stages, with the necessary flexibility to surpass critical economic, ecologic, social, physical and political aspects, that may come up during the development without the deviation of the objectives that are set.

In the implementation stage, and when the resources are scarced, it is convenient to appeal to financial sources such as international organizations for the development that coincide with the objectives of the plan and without subjecting them to its execution, but above all, it is highly recommended and necessary to develop mechanisms that permit to generate and channel the great transformation power of the organized people.

The plans must take into consideration for the restoring and preservation of the natural resources, the different conditions in which they are found to make use of plantations, natural regeneration or management of the existent vegetative communities.

---

Abstract--Planning is a good example of an action where the concept and the reality of accomplishment may be very different. This doesn't mean we shouldn't plan; but it does mean we need to recognize reality in designing the planning process. Properly designed and executed plans can pay large dividends in the decisionmaking process. This paper provides some guidelines for the planner and discusses some of the potential benefits.

Abstracto--La planificacion es un buen ejemplo de una actividad en la cual el concepto inicial y los resultados logrados en realidad pueden ser muy distintos. Esto no quiere decir que no debemos planificar, pero quiere decir mas bien que tenemos que dar reconocimiento a la realidad cuando proyectamos el proceso de planificacion. Los planes, si estan proyectados y ejecutados correctamente, pueden pagar grandes dividendos en terminos de las decisiones que hacemos. Este papel expone varias guias para el planificador y discute varios beneficios potenciales.

---

### Why Plan?

The concept behind planning is difficult to dispute. Good planning should help make good decisions - it's that simple. Planning compares the needs of the future with needs today. Yet planning is often looked upon as something to be avoided or at least ignored. Why is this?

At least in part it's because the concept of planning and the realities of doing the planning and using the results are often not the same. Let's look at some examples.

Planning is complex, yet the concept implies simplicity. This means that the job is usually much bigger than it first appeared to be. It also means that there are numerous opportunities for detractors to single out planning inadequacies. For example, have the effects on wildlife species been adequately considered when alternative timber management strategies are evaluated? If the answer is no, questions like this can cast considerable doubt on a planner's best effort even when state-of-the-art information has been used. It's paradoxical in a sense that as more detail is provided, as our analysis become more sophisticated, as our plans become easier to understand; all of these advancements make it easier to raise issues about the adequacy of the plan itself.

Many assumptions must be made in the planning process, yet the process and results imply precision. Let's look at resource demand. Models for estimating resource demand are generally based on projections of population, the economy, and expected purchasing power. These projections are in turn based on assumptions, and the projections are only as valid as the assumptions. Add to this the fact that techniques for forecasting, particu-

larly long-term forecasting, are limited. The point is that planning is not a very exact science, and therefore leaves a good deal of room for debate about the assumptions as well as the results.

Another reality is that there is usually a separation between planners and managers; that is, people that implement them. Plans usually suggest changes, and frequently these changes are significant. As a result, plans may be threatening to managers in that they may stymie or at least pose to do. And if a plan is viewed as threatening, the likelihood of reaping some real benefits from the planning process is very low.

One final point on why plans are often viewed with some misgivings - in retrospect, plans frequently aren't followed anyway. What we thought would happen, doesn't; and what we said should be done about the future isn't heeded. Expectations are usually high when planning is begun, and the success of a plan is usually measured by how closely actual programs correspond to it. But plans are generally prepared in the context of "what's best" and often without regard for whether funding will be available to carry out the program. When things don't happen the way the plan said they should, the conclusion is that the plan did no good and the effort was wasted.

Planners would probably disagree with this latter statement; but the point is that the perception is real and must be recognized, and changed if possible, when the planning process is begun.

Having raised these points about planning, the question is: does long-term planning make sense? The answer is a resounding yes. In fact, if we were to define a sector where it makes particularly good sense, it would be one where actions today will not yield benefits until well into the future. And the management of forest lands for renewable resource benefits fits this definition.

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Thomas E. Hamilton is Director, Resources Program and Assessment Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.



Anyone who has been surprised by an unanticipated situation, and in retrospect wishes that they had responded differently than their initial reaction, should have an appreciation of the benefits of prior planning for the situation. Where the undesired outcome of a situation is changed, planning is of little value. But where outcomes cannot be easily altered, or where the passage of time makes it impossible to go back to a prior situation, planning becomes essential. Resource utilization is just such a situation. A tree cut and utilized today will not be available for cutting to meet demands two decades hence. If we value having a resource available to meet future needs, we must either conserve the supplies of that resource that exist today or plan to renew the supplies of that resource to replace what is consumed today. Planning is a necessary prelude to resource consumption.

Planning also provides the opportunity to question the direction we have taken for resource management. It allows us to reanalyze the traditional ways we have done things. Planning permits us to evaluate new management approaches, including those that were perhaps unthinkable before. Planning can also provide us with the flexibility to shift resource management direction when it finally becomes clear that our present course is undesirable. These are among the reasons why the Forest Service performs long range planning.

We in the United States Forest Service have been planning our activities for many years. Our agency evolved from a caretaker of renewable resources to an active manager of a 191 million acre (77 million hectare) national asset. During this evolution, the extent and sophistication of our planning also grew - from resource inventory planning to functional planning for management of each resource - timber, range forage, recreation, wildlife and fish habitat, water and watersheds, and minerals. We reached a point where there was a great deal of planning which resulted in separate plans for each resource; and as you might expect, there were many inconsistencies and potential conflicts among these plans. Also, these plans were largely prepared for local or regional situations and lacked a national context. It wasn't until 1974 that a framework was established for coordinated planning to include the entire array of renewable resources on all forest and rangelands in the United States. What I will do in the remainder of this paper is to describe our planning framework, discuss some things we have learned as a result of our experience with this planning, and finally cite some payoffs we have received from the process.

#### Planning Framework for the United States Forest Service.

The program activities of the United States Forest Service are funded one year at a time through an annual appropriation agreed upon jointly by our Congressional and Executive branches of government. A problem with this process is that

public policy making has a short-term bias which does not necessarily recognize the long-term considerations necessary in resource management.

To provide a long-term context for program decisions, to incorporate the effects of management of each individual resource on all others, and to include national considerations, the Congress passed the Forest and Rangeland Renewable Resources Planning Act of 1974, commonly referred to as RPA (88 Stat. 476; 16 U.S.C. 1600-1614). This legislation requires the Secretary of Agriculture to prepare three basic documents:

1. A Renewable Resource Assessment which describes the Nation's renewable resource situation and projects supplies of and demands for each of these resources. The Assessment is prepared at 10-year intervals and includes all forest and range land resources in the United States on all ownerships.
2. A Renewable Resources Program which recommends a course of action for the U.S. Forest Service for at least the next four decades. The Program includes management and administration of the National Forest System, Forest Service Research, and assistance and leadership on private and state lands. The Program is prepared every 5 years.
3. A report of the Forest Service which spells out accomplishments in carrying out the Program. This Report is prepared annually.

Each update of the Assessment and Program is transmitted to the Congress with a Statement of Policy from the President which describes his Administration's intentions and priorities in carrying out the Program. Together, these documents help guide the annual budgetary process. Therefore, the Resources Planning Act (RPA) established a well-organized framework that included:

- long-term program planning
- budgetary follow through that includes long-term considerations as well as short-term policies and objectives
- accountability through annual reporting of accomplishments.

Then, in 1976, the Congress amended the Resources Planning Act with the National Forest Management Act (NFMA). This Act requires each administrative unit of our National Forest System to develop a detailed action plan for management. These plans are to be updated about every 15 years. These local plans combine local resource capabilities with the most recent goals set forth in the national program. The results of local planning and the capability data is used in the next round of national Assessment and Program development.

So the NFMA added one more important feature to the RPA framework - the relationship of local capabilities and objectives to national opportu-

nities and needs. The continual updates of the various parts of the framework help assure that appropriate adjustments are made at all levels.

This national RPA planning process has encouraged initiation of State-level planning - most of the fifty States have completed State Forest Resource Plans, which also provide input to and build from our national process. Joint research planning with Universities and other research organizations has also been incorporated into the process.

We think the process is working well. However, it is also still evolving and we are still learning some important lessons. I'd like to pass some of these along to you.

### Some Principles for Planning

What follows are what I have called planning principles. In essence, they are assumptions which provide a context for planning and which must exist for planning to be successful.

1. Top management is committed to the process. This principle seems almost axiomatic, yet it is key to the process. Planning will have its share of detractors, many of whom will be people within the organization itself. In addition, resources needed to do the planning job are often thought to be a drain, and frequently a lower priority drain, on other activities. This is a good example of where the concept of planning is well supported -- as long as it doesn't impact anyone. A good planning process will rely on almost every part of an organization, and a complete and timely response is essential. Therefore, support from top management is essential. There is another reason to assure top management commitment. There is a tendency to use planning to defer responses to difficult questions about management by saying "we'll know the answer to that when our plan is completed." Planning does help answer difficult questions, but raising the idea that planning will provide a response to all difficult questions is not necessarily in anyone's best interest, particularly the planner. Be certain that planning is being done for its own sake, and that management supports it for the right reasons.

Remember: Plans answer questions, they don't make decisions.

2. Planning criteria have been established. Successful completion of plans, which includes their acceptance by decisionmakers, requires that the planner knows which criteria are of highest priority. For example, a final plan that maximizes economic efficiency may miss the mark if environmental quality, economic growth, cost minimization, or maximization of returns are more important. Also, it's important to know if certain resource outputs are to be emphasized. For example, public lands

may offer a unique opportunity for dispersed recreation, such as hiking; but not for developed recreation, such as camping. If contribution to dispersed activities is of higher priority than contribution to developed activities, this must be known at the outset of the planning process.

3. The degree of flexibility in the plan is known. Whether required or not, planners are generally interested in examining a broad range of options before recommending a final plan. Some of these options may be considerably more costly than current programs; others may cause significant shifts in levels of resource outputs. If a sharp budget increase is not a possibility, it should not be part of the final plan. If sharply reduced outputs, such as wood products, are not acceptable, the lower limit should be established. This is not to say that extremes should not be examined: they can be valuable in describing program effects. But for efficiency, acceptability, and usefulness: the planning process needs to define and work within the realm of the possible. This can be a difficult principle to accept: but is very important not only to the planner, but to outside interests who are asked to provide comments and suggestions on the plan. One problem that we have had with our planning process is that public expectations from the plans have gone beyond what the plans are designed to provide. The result is dissatisfaction, and even rejection, of planning as a useful process. So it is very important that what can be expected be made clear at the beginning of the process - this brings me to my next principle.
4. The purpose of the plan has been established. Why are we planning? What do we expect to accomplish with the plan that we could not do without it? Perhaps we should even think about what we don't expect the plan to do. For example, will the plan be used to:
  - establish funding needs
  - spell out program consequences
  - determine workforce needs
  - set program priorities

Each of these objectives requires that the plan contain specific information: information that may not otherwise be needed. Knowing the purpose also helps determine what is not needed and thereby keeps the entire process from growing uncontrollably.

In addition, clearly stating at the outset whether the plan will be a guide or a specific course of action will help with understanding about what can reasonably be expected to happen once the plan is in place. Of course, there is no assurance that the audience will agree with the stated purpose of the plan.



5. Two major steps are to be completed--an assessment of the situation and a plan or program which responds to the assessment.

The assessment step provides a focus for the plan - it can be used to point out what the current and historical situations are, and what might be reasonably expected in the future. It can also show alternative future possibilities. It can demonstrate the implications of the expected future situation, and opportunities and obstacles to responding to these implications. This sets the stage for a plan.

The plan can be designed as a single or optional set of responses to the findings of the assessment. It should demonstrate how the findings of the assessment would be changed if the plan were implemented.

6. If you expect a plan to be followed you will be disappointed. Stated another way, a planner should understand that even with the best possible job of preparing a plan, it is quite possible that it will not be followed. Some of the reasons will be apparent next, when I discuss realities we have experienced as compared with some planning concepts.

#### Concepts and Realities

For many of the actions we take, the concept behind the action and the reality of how things actually work are not the same. Planning, in our experience, is no exception. The concept behind planning and what a plan should do for us and our actual experience have led us to modify our approach. For your consideration, here are five examples of some planning concepts and the realities as we see them.

1. Concept: A completed, approved plan establishes a course of action.

Reality: A plan serves as a guide for decisionmaking.

Our plans are intended to bring a long-term context to what has traditionally been a decision process oriented to today's issues and needs. They are not intended to replace other decision-making tools: but rather, to supplement them. The plans are adding another dimension to an established process, and our objective is to assure that the long-term is fully considered. We view our plan as providing a projected trend line for our programs; but for a variety of reasons we may be above or below the line in any given year. In effect, the message a plan provides is directional, rather than point specific. For example, the plan may call for a doubling of timber production; but the message is not that we specifically want twice as much timber. Instead, we are saying that we want to make a substantial contribution to increased timber supply.

2. Concept: Decision-makers are oriented to long-term goals.

Reality: Short-term considerations are the dominant factors in decision making.

Programs for most renewable resources management are long-term: for example, many forest management decisions do not show direct returns for several decades. The thinking of decision-makers in our agency, the Forest Service, is oriented to these long time periods. But the final decisions on our budget are generally made by elected officials who do not have a renewable resources background and also have, among other objectives, the need to be reelected. In our system, the longest period for which these officials are elected is 6 years; the shortest is 2 years. This means that actions, including budgetary actions, must show some immediate benefits to the public. It also means that to attract the attention of the officials, our plans must be designed to demonstrate some near-term payoff, and also to make a strong, convincing case for proposed investments.

3. Concept: More detail and analysis is better.

Reality: Too much can be as bad as too little - know the audience and what they need.

When we began our planning activity, we did as detailed a job of planning as was possible, given available time and information. We received numerous comments about the limitations of the analysis. In response we made significant gains in analytical capability and detail for the second round of planning.

Comments at that time said the analysis still fell short, and also that it was too complex. We realized that our audience wanted the credibility associated with analytical detail, but did not necessarily want to see all that detail. And we realized something else: most people already had a point of view on what we should do. In other words, they were looking for a specific result, and in many cases were not going to change their opinion. Questions raised about analytical adequacy were really objections to the result, not objections to the way we reached the final decision. Our work in designing the next round of planning will therefore be oriented toward providing information that will answer the basic questions that have been raised in past planning. The idea is to focus discussion on the real differences in opinion by answering many of the questions that have been raised, but which are not really issues at all.

4. Concept: In retrospect, we can measure the quality of an assessment by how accurately it projected the future.

Reality: The Assessment is a paradox: we want to be right and we want to be wrong.

We believe that a long-term plan is most easily supported if it responds in a positive way to an assessment of the future resource situation. In preparing our assessment, we want to be right in showing what the expected future situation will be given a continuation of recent trends in resource management and related activities. We want to spell out realistic future implications of this situation, the opportunities for resources management and use, and the obstacles to achieving those opportunities. But we also want to be wrong. We want managers to take specific actions that correct potential adverse situations so that the future as we portrayed it will be different. We believe that attaining agreement among many different interests on our assessment of the future is essential. Such agreement focuses discussion on the appropriate program response, and we believe this is where the discussion should be focused.

5. Concept: Success of a planning process relates to how closely or completely it is followed.

Reality: There are many payoffs from planning in addition to the plan itself.

We sometimes overstate this point as I did in my final principle for planning: if you expect the plan to be followed, you will be disappointed. Planning success depends on its useability and use. As I stated earlier our plans are intended to assure that long-term considerations, which are vital to renewable resource management, are not overlooked in day-to-day decision-making. In this sense, we believe our national planning process, which has been in place for 12 years, has been successful. Let's look at some of the payoffs.

#### What Are the Real Payoffs from Planning?

A plan itself is just one tool in a decision-makers kit. It will be used in concert with many other tools to shape a course of action. When our actual program is compared with our past plans, the result is varied. At times, the program has shown a strong trend in apparent response to the plan. At other times, the actual program and program levels called for in the plan bear little resemblance. However, we believe planning has made a continual positive contribution to our program. Here's how:

#### Focus for Budget and Other Discussions

We can see sharp improvement in the dialogue surrounding issues relating to our program. The assessment is used as a point of reference. The various program alternatives are used to demonstrate long-term effects of short-term strategies. Today's discussants are well versed in the need to consider multiresource effects of a particular action.

Our discussions were not always this way. In the not too distant past, a common scenario was positions which took a narrow interest-oriented point of view with little analytical basis. Now, reference is made to future expectations and presentations usually recognize that there are broader considerations than a single interest. Part of the reason is the information provided by planning and part of the reason is an awareness that the plans have raised - people understand and are conversant in a more complete array of implications of particular actions.

#### Analytical Techniques

The Forest Service has developed and implemented improved techniques for resources inventory and analysis for many years. Historically, emphasis was on timber, and more recently, other resources were considered, but without a great deal of success. Our planning process changed all that. Contributions to our capability to measure and analyze resources and effects of their management and use have accelerated. The planning process helped to sharply define where needs were the greatest and what people had to know to make informed decisions. It also demonstrated the extreme complexity of renewable resources planning and brought forth methods for handling this complexity. Gains have not only been rapid, but they have also proved to have substantial "spin-off" benefits. The information and analytical techniques developed for planning have been used to resolve numerous short-term issues. Rather than a lack of data and techniques, our problem now is to maintain a sense of order in this fast moving process. In addition, we have raised the expectations of our audience. Things that were once considered too difficult to analyze have become almost commonplace. We are expected to have comparable analytical capability across all resource areas. It has even been suggested that we not use analytical advancements until they are equally available for examining all resources.

#### Depth of Analysis

Needs expressed by the planning process have also accelerated the depth of our analyses. Examples are greater geographic specificity; isolation of specific factors that influence change; and more accurate, quantifiable statements on the effects of change.

#### Review of Policies and Programs

The situation surrounding renewable resources management and use is constantly changing: policies and programs that were appropriate and needed just a few years ago may now be outdated. The planning process, particularly with frequent updates and the need to anticipate future changes, provides a mechanism for reassessing our policies and programs: are they still valid, are they still necessary, are modifications or refinements needed to make them current?



## Promotes Gradual, Systematic Change

Planning is intended as a look ahead in order to anticipate the future situation, and to suggest actions needed today to respond to future needs and opportunities. This, coupled with frequent updates (in our case, every 5 years), contributes to smooth transition, rather than abrupt changes. When program adjustments are needed.

## Program Rationale

In the past, we accepted many of the things we did on face value. So did others. Planning has changed all that: a look at alternative courses of action for the future requires that the benefits and costs of each be clearly spelled out. This means we need to discuss the reasons for and benefits of our various programs in a way that allows for clear understanding of the differences among programs. For some areas, we initially did not do very well. We had to focus on improving our ability to describe program differences and their effects. The result has been a greatly improved understanding of our programs; much stronger program support and rationale; and program changes based on our analyses.

## Interagency Coordination

Our programs in the Forest Service affect and relate to programs of many other Federal and State agencies. A proposed plan for the future; therefore, has very real implications for these other agencies. Their interest, and the need to understand how these interagency programs fit together, has led to some operational efficiencies and to consistency in data collection, analysis, and display. A notable example is the inventory information collected by agencies with responsibilities in renewable resource management and use.

## Intraagency Coordination

Planning has also built a stronger relationship among programs within the Forest Service. For example, our latest plan describes how research can make a significant difference in the amount of timber offered for sale from the National Forests. In addition, local plans are closely related to National plans through use of a common data base and common models for analysis. In addition, use of interdisciplinary teams has introduced an appreciation for all resource needs among individual resource specialists.

## Should We Plan?

The foregoing discussion may appear to say planning is good, but for the wrong reasons. That is not the message. Instead, this is a plea to view planning in the proper context. Don't expect more from a planning process than it is reasonable to expect. Consider the realities. Expect that the process will be refined over time. Remember that a segment of your audience, perhaps a large segment, will not agree with the outcome. Just as the complexities of supply and demand should and do determine the performance outcome in each resource market, so do a complex array of factors affect short-term decisions. And, plans are only one of these factors. Remember, the resulting effects of following a plan may well be a strong reason why it isn't followed if, for example, the objectives of the decision-makers change.

This meeting should help in understanding the complexities surrounding planning and inventory. In order to serve the most useful purpose, the context of the meeting should be that planning is one important tool in decision-making, and inventory is a key ingredient for planning. Simply stated: planning is not a cure-all, but it's strong medicine.



ESTRATEGIAS DE EVALUACION PARA AREAS FORESTALES  
DEL TROPICO 1/

RUBEN MEDINA BERMUDEZ 2/

**Resumen.**— Se presenta un breve análisis de las necesidades de información estadística en los bosques tropicales y se describen algunas estrategias que se deben considerar al realizar estudios de evaluación, así como sugerencias para conjuntar esfuerzos orientados al mejor aprovechamiento de este recurso a todos los niveles de toma de decisiones.

**Abstract.**— This work presents a brief analysis on the needs of moisture forest statistical information and gives some strategical guides that have to be taken into consideration before making evaluation studies, as well as suggestions to joint efforts oriented to the best usage of the moisture forest resource at all levels of the decision-making.

**Introducción.**

Quiero iniciar esta presentación, agradeciendo la invitación que me hicieron los organizadores de este evento, el cual deseo cumpla con los propósitos de la reunión.

El tema que expondré adquiere una gran relevancia ya que para el manejo de los terrenos tropicales, es indispensable primero conocer sus características tanto cuantitativas como cualitativas; pero éstas dentro del marco social al cual deben vertir sus beneficios en madera, combustible, alimentación, recreación, etc.

De todos es conocida la falta de información acerca de la magnitud de los bosques tropicales del mundo, la cual guarda una relación estrecha con la tecnología y nivel de desarrollo de los países donde se localiza; ésta es una de sus diferencias principales con los bosques de clima frío; estos bosques tropicales, de acuerdo a estudios realizados por la FAO (1985) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA 1978-1980) en 76 países que contienen el 97% mundial de las zonas de clima monzónico tropical (América, África, Asia), reporta una superficie aproximada de 1950 millones de ha, lo cual representa casi la mitad de los bosques del mundo (4000 millones de ha), éstos sin embargo sólo aportan el 20% de la madera industrial y el 80% es para uso doméstico (1500 millones de m<sup>3</sup>/año) donde además habitan las 3/4 partes de la población. También la FAO (1985) reporta en su informe del estado del mundo (1984) elaborado por el

Instituto de Observación Mundial, que la deforestación anual de estas comunidades vegetales llega a 10.3 millones de ha. y pronostica que a este ritmo, para el año 2000, los bosques tropicales se reducirán entre 10 y 15%; siendo las causas principales de esta merma, la expansión agrícola, ganadera, explotaciones forestales intensivas, desarrollo e infraestructura vial, etc., y aún cuando biológicamente las selvas son muy ricas en composición de especies y se reconoce que son de los ecosistemas más productivos y eficientes; sin embargo, son a la vez de lo más frágiles y por lo tanto difíciles de aprovechar permanente y correctamente. No obstante, estas áreas son de gran importancia para los países en desarrollo ya que son fuentes reales o potenciales de satisfactores de las demandas nacionales, de obtención de divisas y desarrollo tecnológico; pero para que esto ocurra, se deberá pasar del manejo desordenado al programado tecnológicamente, tendiente a una producción continua creciente y mejorada basada en el conocimiento de sus características cualitativas y cuantitativas y así someterla a una planeación de manejo orientado hacia las metas previamente establecidas. El logro de la correcta orientación del futuro de estas comunidades vegetales obligará a los gobiernos al desarrollo de estrategias adecuadas para la obtención de la información que permita tomar las decisiones políticas adecuadas a diversos niveles de aplicación.

**Estrategias para la realización de inventarios forestales.**

La existencia de las selvas en cualquier parte del mundo, han constituido un difícil reto a quienes tienen la responsabilidad de su administración, ya que para su manejo se les debe considerar dentro de un marco de interacciones con otros recursos ligados al forestal como la fauna, el agua, el suelo, los pastizales, las cuencas hidrográficas, el clima, la sociedad, etc., sobre los cuales definitivamente tienen una influencia palpable. Esta concepción se ha manifestado en múltiples foros organizados por instituciones nacionales e internacionales como la FAO, UNESCO, IUFRO, y eventos como los congresos forestales mundiales IV, VIII y IX (1954, 1978 y 1985), la

1/ Ponencia presentada en la Conferencia Internacional y reunión de trabajo Evaluación de Tierras y Recursos Naturales para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales (Chetumal, México, enero 25 al 31 de 1987).

2/ Ingeniero Rubén Medina Bermúdez, Jefe del Departamento de Dasometría de la Subdirección del Inventario Nacional Forestal de la Dirección de Apoyos a la Actividad Forestal, de la Dirección General de Normatividad Forestal, SARH, México, D.F.

conferencia sobre los Progresos de Utilización de Bosques Tropicales (1978) celebrada en EUA, las Convenciones Forestales del Sureste en México, etc., por mencionar algunos; sin embargo, todavía falta llegar al conocimiento de los factores responsables de su dinámica tanto en sentido positivo como negativo, pues aún cuando se han hecho verdaderos avances para su detección, todavía que dan muchas lagunas que conducen a resultados que dejan mucho que desear.

Así pues, la necesidad de tener información cualitativa de los recursos forestales tropicales nos ubican en una etapa crítica y comprometida con las futuras generaciones, pues dado el sombrero proceso de reducción de estas comunidades, son urgentes los inventarios que proporcionen datos de su valor actual y su dinámica de cambio, para lo cual será necesario conjuntar esfuerzos, formando alianzas, apoyándose con recursos técnicos, económicos, humanos, etc.

Para el logro de lo mencionado anteriormente, se debe atacar el problema de falta de información en los bosques tropicales a través de estrategias que se irán adaptando a situaciones específicas, pero que en forma general deberán enfocarse a esclarecer los siguientes puntos:

- 1) Información requerida.
- 2) Relaciones del recurso forestal con otros.
- 3) Tecnología adecuada.
- 4) Investigación necesaria.
- 5) Niveles de inventarios.
- 6) Control de la información.
- 7) Fuentes de financiamiento.
- 8) Expectativas de desarrollo tecnológico.

En cada punto de los mencionados se pueden hacer una serie de consideraciones como se señalan a continuación:

#### 1. Información requerida.

Al iniciar un estudio de evaluación una condición que se impone lógica son los objetivos. Estos de entrada deberán definirse de acuerdo al valor que los bosques tropicales tengan y que pueden dividirse en dos grandes tipos, valor social y valor económico, Vázquez Soto (1984).

Entre los valores sociales se pueden considerar a la vegetación forestal tropical como:

- a) Fuente de información útil sobre la evolución orgánica y dinámica de los ecosistemas y bancos de germoplasma donde la evolución puede continuarse.
- b) Habitat de numerosas especies vegetales, animales y culturas indígenas.
- c) Como estabilizadora de clima, suelo y agua.
- d) Recreativa y educativa.

Entre los valores económicos, como:

- a) Reguladoras de la calidad del agua útil, de la erosión y la fertilidad del suelo.

b) Productora de vegetales, materiales maderables y no maderables, fauna, etc.

c) Protectora contra el efecto de enfermedades y epidemias que pueden atacar tanto al hombre como a sus animales y plantas domesticadas.

Estos valores no se deben contemplar en un estudio completamente individualizados ya que se complementan mutuamente, pero si es posible resaltar uno de éstos en la prioridad que el objetivo primordial requiera, ahora bien en el quehacer como forestales habrá que enfocar los esfuerzos para obtener información que ayude a entender mejor estas comunidades biológicas a fin de poder realizar un manejo integrado, sostenido y creciente de estos recursos, para lo cual es necesaria la aplicación de técnicas tendientes a optimizar su evaluación, en el aspecto estadístico, económico, y de oportunidad; entrando en la etapa de definir qué información habrá de tomarse y cuál será la metodología adecuada para ello. Los datos que se toman en un inventario son de dos tipos:

a) Los de control de sitio de muestra.

b) Los de evaluación del recurso dentro del sitio.

En los datos de control, se considera toda aquella información que dé una situación física a la muestra dentro de la población en estudio. En los datos de evaluación se realizan todas aquellas mediciones de las características cualitativas y cuantitativas del recurso de interés; y son estos últimos, los que presentan un grado de dificultad mayor en su determinación, pues uno de los principales retos, será el reconocimiento florístico, el cual es de los más variados en los bosques tropicales, por ejemplo el Dr. Tom Gill (1955) menciona la existencia de aproximadamente 2,500 especies en el Amazonas. Dentro de la misma composición florística otro aspecto a medir será la disponibilidad de materia prima aprovechable tanto por el consumidor primario como por la industria; lo que hace necesario contar con información respecto a la velocidad de incorporación de individuos de valor económico; donde pasamos a la etapa de necesidades de información para el manejo y ésta de acuerdo a señalamientos hechos por técnicos e investigadores de reconocida capacidad profesional, se debe hacer correlacionando los factores propios de las características de cada especie (genotípica y fenotípicas) y los ecológicos, que conjuntamente permiten prever los cambios cualitativos y cuantitativos ocasionados al intervenirlos; otro aspecto de interés dentro del aspecto ecológicos, es el conocimiento del papel que juegan los claros naturales en las selvas ya que éstos pueden ser la clave para su manejo, Sarukhan (1984).

La decisión de cuándo y cómo recopilar la información es otro interesante aspecto, debido a la amplia variabilidad de estas comunidades las que al encontrarse ubicadas en el cinturón delimitado alrededor de la tierra por los Trópicos de Cáncer y Capricornio, presentan diferentes estructuras climax como los bosques húmedos -



siempre verdes o perennifolios, los subperennifolios, subcaducifolios y caducifolios que pierden su follaje parcial o totalmente en épocas de sequía, las sabanas arboladas y a mayor sequedad del ambiente los bosques espinosos. Estas características condicionan también la decisión de delimitar las cualidades a evaluar en las selvas, a fin de hacer más eficaz el procedimiento de muestreo entre los diversos recursos a delimitar, como las áreas arboladas, las agrícolas, los pastizales, etc.

La escasez de vías de acceso a las selvas es otra dificultad de la cual se requiere obtener información, pues es frecuente que para entrar en ellas se tengan que emplear equipos muy rústicos como las canoas, las balsas, las bestias de carga o modernos como helicópteros para zonas inaccesibles por tierra y vehículos motorizados cuando hay caminos. Este es un aspecto de gran importancia ya que determina los niveles de rentabilidad económica que pueden tener los productos a obtener FAO (1973), ésto ha sido motivo de atención por lo que se han buscado métodos de clasificación de bosques tropicales según su costo de explotación, en función del mercado nacional e internacional, Conferencia de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Tecnología (1963).

Otro aspecto no menos importante que los mencionados se relaciona con la comparabilidad de los datos de los inventarios actuales con los realizados en el pasado y aquellos de nivel nacional e internacional, pues sólo de esta manera se puede dar un seguimiento que permita evaluar sus tendencias futuras, Lund (1984); lo que ha sido uno de los puntos de interés cada vez que organizaciones nacionales e internacionales, han efectuado reuniones de trabajo para analizar asuntos concernientes a estas comunidades consideradas seriamente amenazadas en su existencia.

## 2. Relaciones del recurso forestal con otros.

Aún cuando no se puede medir el valor económico del aire sano, agua limpia permanente, cuencas sin erosión y azolves, fauna y un clima estable, son éstos los resultantes de una buena cobertura forestal que además actúa como un moderador contra el embate de epidemias y otros males; lo que sí es factible medir son los efectos que ocasionan la falta de estas comunidades donde existieron en otra época, pues han sido causa de la desaparición de culturas tan importantes como la Maya en el Sureste de México y otras, las que mientras mantuvieron una utilización de las selvas que les permitían la recuperación natural, llegaron a niveles de un alto desarrollo en las ciencias, las artes y la tecnología, de aquí la toma de conciencia e inquietud actual por entender qué relaciones existen en el uso adecuado de este recurso natural y otros no menos importantes como son la agricultura, la ganadería, los asentamientos humanos, etc., esta situación se enfrenta a problemas difíciles ya que hasta ahora los estudios de recursos, se han caracterizado por:

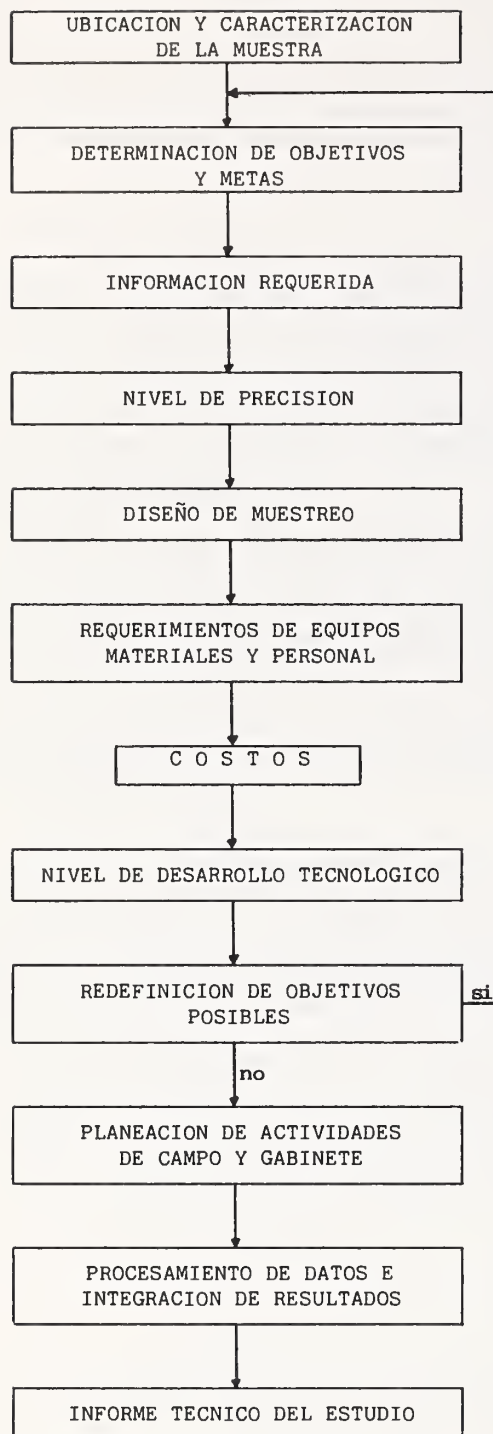
a) Evaluaciones individuales con objetivos unespecíficos.

b) Se han realizado estudios de dos o más recursos pero no se han relacionado sus resultados o éstos se han hecho en forma parcial y por lo tanto su grado de dependencia o independencia no ha sido clara.

Así pues, no se han estructurado programas integrales, donde se establezcan prioridades de un uso múltiple de recursos naturales, donde participen grupos técnicos multidiciplinarios que desarrollen proyectos que se ubiquen en áreas comunes desde magnitudes muy generales a las específicas para que de acuerdo a prioridades sociales y económicas se integren a un plan rector que contemple a nivel general el manejo armónico y persistente de todos ellos y restituya el equilibrio en los que así lo demanden; sin embargo, ésto es motivo de atención y se están haciendo avances significativos tomando como apoyos las cuencas fisiográficas de tamaños muy diversos, con miras a realizar un manejo integral de todos sus recursos, aunque ésto será posible sólo si se establecen las líneas de coordinación a diversos niveles de responsabilidad, y se definen los requerimientos de información de uso común al conjunto de recursos, que haga posible evaluar su dinámica y a la vez provea los datos necesarios para la planeación de su adecuado manejo.

## 3. Tecnología adecuada.

Existe en la actualidad una amplia experiencia en los procedimientos para efectuar inventarios forestales a los diversos objetivos y niveles de precisión; sin embargo, hay limitaciones en el uso de las técnicas que se emplean en los mismos, este aspecto debe quedar definido al planear estos trabajos, a través de realizar una serie de análisis del flujo de las diversas etapas de proceso como se ilustra en la figura 1 a continuación:



**Figura 1.**— Flujo de etapas a considerar en la elaboración de Inventarios Forestales.

Este flujo, permite ajustar la planeación de cómo hacer un inventario hasta lograr adecuarlo a las características propias del usuario sea éste para manejar el recurso a nivel nacional, regional, local o específico, así como el desarrollo técnico que es posible aplicar, tanto para evaluar el recurso actual, pasado y futuro, así como aquellos destinados a predecir mediante los

modelos de simulación, que se espera de los bosques tropicales a diversos plazos.

#### 4. Investigación necesaria.

Las técnicas de muestreo para bosques tropicales hasta la fecha no han tenido el avance de los bosques templados, debido a la dificultad que representa el desplazarse, el alcance visual, la diferenciación de especies, etc., dentro de ellas; así por ejemplo en grandes áreas no es recomendable el empleo de diseños de muestreo aleatorios, debido a que por lo general no se cuenta con apoyo fisiográfico suficiente desde el piso para la ubicación de sitios, para el muestreo puntual o de dimensiones variables, la vegetación baja impide un buen control de los individuos que deben integrar la selección muestral, en la aplicación de los sensores remotos es difícil la separación de rodales o estratos en base a la composición de especies y la forma en que se asocian, el crecimiento del arbolado tanto en volumen, área basal y altura, también son problemas que en la actualidad son de difícil evaluación, debido a la carencia de técnicas que resulten confiables y a costos aceptables. Por lo expuesto podríamos dividir las necesidades de investigación en 3 grandes grupos:

- 1) Diseños estadísticos de muestreo.
- 2) Cartografía.
- 3) Procesamiento.

**1) Diseños estadísticos de muestreo.**— En México se tiene experiencia en los diseños sistemáticos y aleatorios por conglomerados que agrupan un número determinado de sitios de dimensiones fijas en fajas continuas de muestreo, buscando abaratar los costos de la obtención de datos de campo, los cuales están formados por datos de control y datos de evaluación, en estos últimos se obtiene la información de calidad y cantidad del recurso de interés; es necesario además, investigar la aplicación de metodologías modernas de obtención de muestra como son el 3P, el muestreo fotográfico, tamaño y forma óptima de los sitios de muestreo, así como su arreglo individual o agrupados por conglomerados, la aplicación de muestreos fotográficos y su grado de correlación con las mediciones terrestres, investigar nuevos diseños de muestreo o mejoramiento de los ya existentes, por ejemplo el muestreo con reemplazo total o parcial, los muestreos multietápicos, etc., en función de las características de los bosques tropicales en busca de la reducción de costos y una mayor precisión de los estimadores.

**2) Cartografía.**— La obtención de cartas temáticas forestales es un apoyo de gran importancia en los inventarios forestales ya que al juntarla con los datos de campo permiten el cálculo de los estimadores estadísticos de la población de interés; sin embargo, este aspecto ha sido objeto de gran interés a nivel mundial porque se utilizan claves de calificación del recurso que permitan ligar información a diversos niveles desde el regional, estatal nacional e internacional, —



porque son las herramientas que se vislumbran pueden dar respuesta a la dinámica de cambio del recurso. A nivel internacional entre los criterios de clasificación adoptados se tienen los del grupo FAO/PNUMA (1975) que son:

a) Clasificación de Yangambi (CCTA 1956), que se basa en distinciones fisionómicas de los bosques y condiciones ecológicas.

b) La del Internacional Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC) de Holanda, la cual se basa en las características de drenaje del suelo.

c) Clasificación internacional de la UNESCO (1973) basado en la fisionomía y estructura de la vegetación en relación los "Habitats ecológicos importantes".

No obstante se considera que las 3 clasificaciones no son totalmente apropiadas debido a que para interpretaciones de sensores remotos a escalas pequeñas no ha tenido ninguna consecuencia el valor de altura y su efecto sobre el albedo; parece ser que el factor a considerar es la densidad de las poblaciones, así por ejemplo al emplear imágenes de satélite es posible utilizar una amplia clasificación de densidades de vegetación. Lo anterior, sin embargo, es una manifestación del interés por detectar los cambios de cobertura en selvas a nivel mundial, por considerar a estas comunidades seriamente amenazadas en su existencia y la urgente necesidad de buscar procedimientos de evaluaciones cartográficas homogéneas.

Se puede pensar que el aspecto cartográfico es un campo donde aún hay mucho que investigar pues en los últimos 20 años se ha avanzado más que desde el nacimiento de las técnicas fotogramétricas que datan del siglo pasado, ya que en la actualidad se tienen las fotografías infra-rojo que captan las emisiones de radiación calorífica, las imágenes de satélite que captan diferentes longitudes de onda de la luz reflejada próximos al infra-rojo y ultravioleta (los que aún con el despliegue publicitario no han demostrado ser tan eficaces en especial en las zonas tropicales donde es muy frecuente la presencia de nubes) actualmente el sistema SLAR (Side Looking Air-borne Radar) es el más ventajoso, ya que permite hacer tomas en cualquier tiempo y el costo por unidad de cobertura es relativamente barato.

3) **Procesamiento de datos.**— El vertiginoso incremento poblacional y el no menos rápido crecimiento de las demandas de satisfactores, muchos de los cuales provienen de los bosques tropicales da a nuestra época una gran dinámica, aspecto que se refleja en la gran cantidad de información que es necesario procesar a períodos de tiempo cada vez menores, a fin de poder dar respuesta oportuna a los problemas actuales y futuros que se deben resolver; esta situación obliga a utilizar los procesadores electrónicos de datos; desafortunadamente aún son pocos los países tropicales que emplean estas modernas herramientas ya que requieren de equipos caros y personal especializado en su manejo así como los técnicos forestales capaces

de transmitir los procedimientos de cálculo a que deberán someterse los datos de un inventario forestal. Lo anterior, ha sido motivo de atención por organismos como la FAO por desarrollar paquetes de cómputo orientados al análisis de datos utilizando estos ordenadores los cuales transmite a través de sus programas de enseñanza para auxiliar a países tropicales que cuentan con selvas, como el sistema FIDAPS que cubre las funciones siguientes:

FASE	FUNCIONES
Entrada	Transformación de información del terreno, en información homologada.
Comprobación	Comprobación de nuevos datos y formación de archivos verificados para todo proceso ulterior.
Valor de los Parámetros.	Conversión de los datos de base a nivel de la unidad de prospección.
Medias/errores	Cálculo de los resultados: en pie, volumen y precisión.
Salida	Impresión de resultados de datos.

La Northeastern Forest Experiment Station del Servicio Forestal de E.U. desarrolló otro sistema, "El FINSYS", de gran flexibilidad a los procedimientos de entrada-salida, pero no se presta para los análisis de prospección.

Finalmente se puede decir que la elección de un sistema de procesamiento electrónico de datos debe dar entrada a tres principales fuentes de datos de un inventario forestal tropical y son:

1. Las referentes a la fotointerpretación fotográfica que informan sobre la estratificación de utilización del terreno.
2. Los datos recabados en las exploraciones terrestres o sea las mediciones efectuadas en los sitios de muestreo.
3. Las mediciones repetidas de los sitios permanentes (IFC) para evaluar crecimiento de los bosques y dinámica de cambio.

Las salidas del sistema deben proporcionarnos información sobre:

- Volúmenes susceptibles de aprovechar y en pie.
- Composición de especies.
- Tablas de volúmenes.
- Accesibilidad.
- Valoración del crecimiento.
- Valoración de cambio entre inventarios de diferente época (opcional).

## 5. Niveles de Inventarios.

Existen varios tipos de inventarios y el que se utiliza en situaciones especiales, depende exclusivamente de las necesidades de manejo específico, requeridas por el usuario en las áreas forestales. En las selvas la información tiene que ver con sus diversos tipos, su ubicación, extensión, la producción maderable y no maderable, por lo que es importante la determinación del crecimiento, cantidad y calidad de volúmenes maderables, las tasas de mortalidad e incorporación, los crecimientos promedios en diámetros, alturas o volúmenes de arbolado en pie, etc. La evaluación de otros recursos también puede ser de interés como, calidades de sitio, tipo y cuantía de fauna silvestre, evaluación de daños causados por plagas y enfermedades, así como por factores meteorológicos y por la acción del hombre (incendios, talas, cambio de uso, etc.), capacidad recreativa, etc.; sin embargo, un estudio de todos estos recursos sería impráctico por los requerimientos de tiempo, de materiales, económicos, técnicos y humanos, por lo cual el procedimiento común consiste en priorizar los objetivos al tipo de decisiones que se tomarán en base a los resultados de estos inventarios, los que según T. Cunia (1978) se dividen en 3 tipos principales que son: El operacional, el de manejo y el nacional, Sosa (1981) adiciona a los anteriores los de preinversión; cada uno de estos inventarios proporciona información con una precisión determinada, congruente al efecto que puede tener en el recurso, la toma de decisiones; además la validez de los datos que se obtienen, son también variables en tiempo y son inversamente proporcionales al nivel de toma de decisiones que con sus resultados se hagan o sea, para un inventario nacional el periodo de utilidad de los resultados puede ser de 10 a 50 años, para preinversión de 10 a 30 años, los de manejo de 5 a 10 años y los operacionales 1 año, Sosa (1981).

El uso que a cada nivel de inventario se da es también muy específico, así:

- El Inventario Nacional Forestal, sirve para apoyar los requerimientos de planeación política y operativa de un país, región o entidad federativa.
- Inventarios de preinversión, proporcionan información para la planeación de inversiones para el desarrollo industrial de una zona o región forestal tropical determinada, en base en su posibilidad actual y potencial de recursos aprovechables.
- Los inventarios de manejo, cuyo propósito es proporcionar un flujo continuo de información sobre las condiciones generales de los recursos forestales como, cantidad y calidad de la madera, su tasa de cambio en tiempo, debidos al crecimiento, mortalidad, tipo y ubicación de los rodales, dan información para desarrollar planes de manejo específico para un periodo determinado en tiempo, etc., orientados a la administración de grandes áreas forestales.

- Los inventarios operacionales, orientados a proporcionar información del valor actual del recurso en áreas pequeñas donde se toman decisiones de planeación del uso del recurso a un plazo de tiempo muy corto, a fin de satisfacer las demandas de abastecimiento inmediato de materias primas.

T. Cunia (1978) opina que los inventarios forestales nacionales, y de manejo, deberían relacionar sus resultados de sus estimadores a valores actuales y tasas de cambio o de dinámica del recurso, a la vez que el primero debe ser de tipo integrado de uso múltiple y para hacerlo más eficiente deberá llevarse a cabo mediante un sistema de inventarios sucesivos que utilicen tanto los sitios permanentes como los temporales; y se identifiquen las necesidades de investigación así como las de cooperación internacional.

## 6. Control de la información.

Los responsables de elaborar los inventarios forestales a diferente nivel, deben tomar en consideración la conveniencia de obtener de sus resultados información que sea útil a un mayor número de usuarios, y no sólo al que paga el estudio en cuestión, y por lo tanto en los proyectos específicos no deben perder de vista que deben poderse vincular con otros elaborados en el pasado y el presente. Para el logro anterior se requieren las normas que deben fijar las especificaciones mínimas para cada inventario de acuerdo a objetivos, como son: los tipos de medición cuantitativas y cualitativas de las unidades de muestra, los niveles de precisión de los estimadores, las claves de fotointerpretación cartográficas, el uso de secuelas de cálculo para el procesamiento manual o electrónico de datos. La información ecológica, etc.

T. Cunia (1978) considera que con excepción de los inventarios de operación, los nacionales y de manejo deben proporcionar datos que permitan evaluar la dinámica de cambio en los bosques, lo que es posible si la información de diversos estudios puede ser comparable o sea existen formas de conjuntar diversos niveles de inventarios realizados en épocas diferentes para la formación de estadísticas generales equivalentes.

Por lo tanto para cubrir las necesidades de información de un mayor número de usuarios, los responsables de manejar las áreas forestales tropicales deberán obtener de los inventarios los datos específicos que su actividad requiera y además, aquellos para integrarse a evaluaciones de mayor nivel de aplicación como los de una región, un estado, una nación o una agencia internacional, esto a la vez conduce a concentrar la información en bancos de datos que faciliten su consulta y obtención de reportes para su uso a diferentes niveles. Esta es una preocupación del pasado y de la actualidad ya que para evaluar la dinámica de cambio es necesario comparar evaluaciones hechas en diferentes épocas o periodos de tiempo, que nos posibiliten a conocer la tendencia futura de los bosques tropicales, para que a los diferentes niveles de toma de decisiones se proyecten las medidas



apropiadas para el logro de su eficiente y permanente manejo.

Otro aspecto a considerar en los inventarios tropicales es la relación del recurso objeto del estudio con otros asociados al mismo, a fin de equilibrar su uso sin romper la armonía del habitat en que se encuentre éste con miras a un manejo integrado de recursos.

## 7. Fuentes de financiamiento.

La realización de inventarios forestales en países tropicales en su mayoría subdesarrollados, presenta una pesada carga económica ya que requiere de materiales, equipos, técnicas, y personal capacitado en las diversas actividades que comprenden estos estudios, además del factor socio-político, pues al estar estos países sujetos a cambios administrativos frecuentes, se dan también cambios administrativos frecuentes, se dan también cambios en las prioridades de las actividades económicas nacionales y resulta inútil la planeación en períodos largos, surgiendo por lo mismo diversos proyectos sin coordinación ni continuidad; este aspecto repercute en los inventarios forestales los que en gran medida se realizan a pequeña escala con recursos económicos de particulares o empresas privadas para la obtención de los permisos de aprovechamientos; por lo cual estos estudios generalmente no proporcionan información confiable de los estimadores ya que en la mayoría de los casos no cuentan con la asesoría y supervisión de personal capacitado en estos trabajos. A la vez aún existen países con una falsa idea acerca de las selvas naturales, considerándolas bienes gratuitos por el hecho que el hombre no ha intervenido para establecerlas y por lo mismo de poco interés en invertir para realizar estudios.

Afortunadamente las organizaciones internacionales que cuentan con personal altamente calificado han detectado los efectos ambientales que ocasiona la reducción de las selvas tropicales y el encarecimiento y aún agotamiento de las maderas de mayor valor económico, por lo cual han desarrollado programas de monitoreo a nivel mundial PNUMA/FAO (1978) a fin de evaluar la magnitud de la cobertura de los bosques tropicales y su dinámica, para crear conciencia a todos los niveles y motivar a los gobiernos a evaluar estos recursos.

En la actualidad la procedencia de financiamiento es para el común de los casos de fuentes gubernamentales y estatales, de asociaciones de propietarios y particulares para inventarios de manejo, para lo anterior se recurre al apoyo de bancos de crédito nacionales e internacionales, aunque en estos últimos se presenta con frecuencia la dificultad de que los banqueros buscan en todos los casos la seguridad del retorno de sus capitales y ven en los bosques tropicales un riesgo que no siempre están dispuestos a afrontar. Es pues tarea de los profesionales que laboran en el aprovechamiento de las selvas, formar conciencia y educar a la sociedad para recibir el apoyo que este sector productivo requiere.

## 8. Expectativas de desarrollo tecnológico.

Es importante para los inventariadores estar conscientes de la responsabilidad que tienen ante la amenaza de destruir nuestro medio ambiente al continuar el avance del cambio de uso del suelo forestal por lo cual los países desarrollados y las organizaciones internacionales deben auxiliar a los países pobres que no disponen de la infraestructura necesaria para evaluar sus recursos mediante convenios de cooperación y coordinación, orientados a identificar y evaluar los bosques tropicales y su efecto en otros recursos, como la agricultura, la ganadería, las bellezas escénicas o de recreación, etc., a fin de que a futuro se puedan diseñar estudios integrados.

Por lo anterior se deben intensificar las líneas de apoyo a países pobres, en capacitación de personal en técnicas modernas de evaluación de recursos como son:

- Metodologías de muestreo.
- Técnicas cartográficas mediante el uso de sensores remotos (fotografías aéreas, blanco y negro, a color, infra-rojo color, rastreadores multiespectrales o el radar aerotrasportado de visión lateral SLAR, etc.) para clasificar uso del suelo.
- Técnicas de procesamiento electrónico de datos.
- Metodologías para la evaluación y manejo integrado de recursos.
- Técnicas de evaluación de la dinámica de cambio de recursos.
- Técnicas de manejo de datos y su integración a bancos de información.

Asimismo, se deberán redoblar esfuerzos a fin de establecer los requerimientos mínimos de información que se necesitan a los diferentes niveles de toma de decisiones para dar seguimiento al comportamiento evolutivo de este recurso.

## Recomendaciones.

- Es un hecho los recursos forestales tropicales, se encuentran seriamente amenazados por el avance acelerado del cambio de uso del suelo a agricultura, ganadería, aprovechamientos maderables excesivos, desarrollo de infraestructura viaria, etc., sin que a la fecha se tengan estadísticas precisas de su cuantía y dinámica de cambio a los diversos niveles de cobertura, por lo cual es urgente que los organismos institucionales y privados se aboquen a la evaluación de estos recursos coordinándose y apoyándose en el aspecto técnico y económico y se adopte una postura comprometida con la sociedad.
- Entre las estrategias de evaluación de los bosques tropicales, se debe dar una mayor importancia a trabajos de investigación, orientada

a la búsqueda de técnicas modernas como el 3P el muestreo fotográfico, el tamaño y forma y agrupación de sitios, muestreos polietápicos, etc., que agilicen y abaraten el costo de los inventarios forestales tropicales, sin dete-- rioro de la precisión requerida a nivel de - uso de la información para la toma de decisio-- nes.

- La cubierta forestal tropical comunmente se lo caliza en países pobres, que carecen de la infraestructura necesaria para la evaluación de sus selvas y quienes requieren de un apoyo más efectivo de los países desarrollados tanto en capacitación de personal como en materiales y equipo; pero sin perder de vista las características propias de estos países, a fin de que la transferencia tecnológica pueda ser prove-- chosa y factible de aplicar a sus proyectos.
- Es necesario que se coordinen esfuerzos, a fin de obtener estadísticas del valor de las sel-- vas que sean confiables y a la vez comparati-- vas a los diversos niveles de toma de decisio-- nes y en diferentes épocas, a fin de contar - con la información que haga posible preveer la tendencia a corto, mediano y largo plazo de es-- tos recursos y planear su uso más adecuado.
- Los inventarios forestales deben integrarse a la planeación de la utilización de los recur-- sos forestales como una herramienta básica e indispensable a fin de darle objetividad y - realismo a la toma de decisiones tanto en el plano político como en el de operación.
- Se debe buscar la óptima aplicación de los di-- versos tipos de inventarios, ya que dependen-- do del uso que se haga de la información obte-- nida, éstos pueden ser de gran visión como el inventario forestal nacional, de manejo para áreas más específicas y para operación con - aplicación in situ, pues además la validez - que tienen los datos recabados van también de períodos grandes como en los nacionales a muy cortos como los de operación.
- Tanto a nivel local, regional, nacional e in-- ternacional se debe recabar de los inventarios forestales la información necesaria que permita el seguimiento o dinámica de cambio de este recurso a fin de preveer su tendencia y tomar con oportunidad las medidas adecuadas; para lo cual se considera necesario desarrollar méto-- dos de control y archivo de información en ban-- cos de información forestal, que puedan ser de fácil consulta para los diversos usuarios liga-- dos al manejo de los recursos forestales tropi-- cales.
- Debe pugnarse a todos los niveles de toma de - decisiones la concientización del valor de los recursos forestales tropicales tanto sociales como económicos y crear el ambiente propicio - para lograr los apoyos políticos y financieros tanto de organismos privados, gubernamentales e internacionales.
- Deben desarrollarse estudios de los bosques tro-- picales y sus interacciones con los recursos -

naturales renovables buscando su aprovechamien-- to eficiente y sostenido y a la vez un equili-- brio armónico con el medio ambiente.

Finalmente lo que ahora se haga con las selvas - tropicales a los diversos niveles de toma de deci-- siones, rendirá sus frutos dependiendo de la ho-- nestidad, decisión y valentía con que se actúe y serán las futuras generaciones nuestros jueces - calificadores.

### Bibliografía.

**Caballero D. et al. 1978.-** Conferencia Internacio-- nal sobre Utilización de los Bosques Tropicales - del Mundo. Ciencia Forestal N° 13, Vol. 3. mayo-- junio 1978. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México.

**Cunia, T. 1978.-** On the objectives and methodology of National Forest Inventory Systems. Trabajo pre-- sentado en la Reunión IUFRO en junio 1978 en Buca-- rest del Grupo 54.02 sobre Inventario del Recurso Forestal.

**Clement, J. 1985.-** Estimación y seguimiento de - los recursos forestales. Necesidades, balance y - perspectivas. Conferencia presentada en el IX Con-- greso Forestal Mundial. 1985. México, D.F.

**Duncan P. 1978.-** Values of tropical moist forest. Proceedings of Conference on Improvement Utiliza-- tion of Tropical Forest. May 21-26 1978. Madison Wisconsin. U.S.A.

**Gill T. 1955.-** Los Bosques Tropicales de México. Mesas Redondas sobre "Problemas del Trópico Mexi-- cano" del 10 al 14 de octubre de 1955. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. - México, D.F.

**Husch, B. 1971.-** Planificación de un Inventario Forestal. FAO. N° 17, Roma, Italia.

**Lund, H.G. 1984.-** Workshop background. p. 1-7 in: Preparing for the 21 st Century-Proceedings of the Forest Land Inventory Workshop. Denver, - Colorado, March 26-30, 1984. H. Gyde Lund (Editor). p. 334. USDA Forest Service, Timber Manage-- ment, Washington, D.C. U.S.A.

**Maleux, O.J. 1985.-** Inventarios Forestales y - las decisiones de precisión. IX Congreso Forestal Mundial. 1985. México, D.F.

**Ruíz, A.M., Medina, B.R. 1985.-** Algunos crite-- rios para reducir los costos en los inventarios forestales. Reunión Nacional sobre Economía Fo-- restal. INIF, SF, SARH. Publicación especial N° 47. México, D.F.

**Sarukhan, J. 1984.-** Requerimientos de informa-- ción en los inventarios para selvas. Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales. Chihua-- hua, Chih. 25-28 julio 1984. SARH, SF, INIF. - México, D.F.

**Sosa, C.V. 1981.-** Inventarios Forestales. Cien-- cia Forestal N° 31, Vol. 6, mayo-junio 1981. Ins--



tituto Nacional de Investigaciones Forestales. -  
México,D.F.

**Swaminthan.** 1985.- Silvicultura y producción -  
de alimentos. IX Congreso Forestal Mundial. -  
SARH. FAO. México,D.F. del 1 al 10 de junio.

**UNESCO/PNUMA/FAO.** 1978.- Ecosistemas de los -  
Bosques Tropicales. Informe sobre el estado de  
conocimientos preparados por UNESCO/PNUMA/FAO.  
Publicado en español en 1980 por la UNESCO/CIFCA.  
Serrano 23, Madrid 1.

**Vázquez, S.J.** 1984.- La utilización de las sel-  
vas (traducción y recopilación informativa). - -  
Ciencia Forestal N° 50, Vol. 9. julio-agosto 1984.  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.  
México,D.F.

**Vázquez, S.J.** 1985. - El Recurso Forestal Tro--  
pical. IX Convención de Análisis de los Recursos  
Forestales y Asociados en el Trópico y Subtrópico  
Mexicano en Relación al Desarrollo Rural del 24 -  
al 27 de abril de 1985. Chetumal, Q. Roo, México.

**Wiant, H.V. Jr.** 1980.- Setting inventory objeti  
ves. Arid Land Resources Inventories. Develo- -  
ping Cost-efficient Methods. An International -  
workshop. Nov. 30 Dic. 6, 1980. La Paz, B.C.

**s/n.-** Los Bosques al Servicio del Desarrollo. Del  
partamento de Montes. FAO. 1985.

Kurt Boström 2/

---

**Abstract--**The paper describes a system for classification of forest lands at national or sub-national levels by which areas with potential for production of industrial wood are indicated. Possible ways of increasing the supply of wood for industry for local demand and export are discussed taking account of the continuing deforestation.

**Abstracto--**El informe describe un sistema de clasificación de tierras forestales a nivel nacional o sub-nacional, en el cual se indican áreas para producción potencial de madera industrial. Tomando en cuenta la continua deforestación se discuten diferentes formas de aumentar la oferta de madera para la industria de demanda local y exportación.

---

## Introduction

The land area of a country is a fixed resource that will not change over the years. The alternations that may occur due to land reclamation and construction of water reservoirs should be considered as marginal on the national level. It is the privilege of each country to use the land and the natural resources within its territory in the way it considers best for the country and its population.

When negative effects of certain management practices are observed outside the borders, a country can expect reactions not only from the countries that are affected but also from the international society as a whole. Tropical deforestation and its attendant ecologic, climatic, and socio-economic problems is a subject that has raised world wide concern lately. The rate at which the tropical forests are destroyed, over 11 million ha per year, is considered by some groups to have serious effects on the environment both on regional and global levels far outside the tropical belt. For these groups a continuing deforestation at present rate is a serious threat to the environment.

From the forestry point of view, deforestation means that the production base for wood is reduced and questions arise if the natural forest in the future will be able to supply the growing demand of timber and other forest products for local consumption and for export.

Forests were previously considered to be an inexhaustable resource which could be tapped whenever the society needed wood. Management of the tropical forests in the silvicultural and scientific meaning was, and still is, practiced on very small scale.

During the last decades, reflecting an increasing awareness of the environment, the concept "multiple use" has been more and more accepted. The utilization of the forests for production of wood is now recognized as one of several alternatives for using forest land. The options can, how-

ever, be combined. A production forest can be used for recreation purposes and selected logging in a watershed area may take place as long as this is in line with the main purpose for management of the area. Several combination of forestry and agriculture are also possible.

## Industrial wood

Industrial wood means wood that can be used for industrial purposes (sawlogs, veneerlogs, pulpwood, pitprops, industrial poles, etc). Fuelwood and wood for charcoal is not included, even if produced on industrial scale.

Industrial wood can be exported in the form of roundwood or converted products and thus provide export earnings. Household wood, like fuelwood, are low-priced commodities mainly for local consumption and with limited export potential. Export of industrial wood has been a cornerstone in the development of many western countries. Also in many tropical countries export of wood products has contributed significantly to the economy and to a more favourable trade balance. Since timber is of such importance to many countries it should be a matter of priority to assess the present and future potential of producing industrial wood. In this process knowledge about the land that will be available for timber production (total area, geographical distribution, production capacity, etc) is the basis for the calculations.

## Land classification

FAO Production Yearbook classifies the land area by the following categories:

- Arable land
- Permanent crops
- Permanent meadows and pastures
- Forests and woodlands
- Other land

This is a classification for in first hand agricultural purposes and it does not contain enough details about the forestry situation to be useful for forestry planning. The major part of the forests are found under the category "Forests and woodlands" but some forest lands, especially potential forest land, could also be registered under "Other

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Kurt Boström is Project Coordinator for a Regional FAO Forestry Project (GCP/RAS/106/JPN) on Forest Resources and Forest Management, FAO, Bangkok, Thailand.

land". There may be differences in classification between countries in this respect.

#### Land classification for forestry

For forestry purposes it is necessary with a more detailed classification of the land. Such a system must be constructed in a simple way with distinct definitions that are easily understood and accepted by those who are going to use it practically. At the same time it must be technically correct with clear distinctions between vegetation types. The classification should show forest types and functional classes and as far as possible also identify forests in different stages of degradation as well as potential forest land.

A suggestion for such a classification is presented below. It is based on the system used in the FAO/UNEP report 1982 "Tropical Forest Resources" (Ref. 1) which was the first comprehensive attempt to describe the tropical forests of the world using a common classification system.

The classification system has been worked out by the FAO regional project GCP/RAS/106/JPN in consultation with the countries in Asia-Pacific region and Forest Resources Division, FAO Headquarters, Rome. The potential of the land to produce industrial wood has been the main criteria. Other objectives were to provide a basic standard format which could be used in all tropical regions for describing the forestry situation. The format summarizes the basic forestry data required for long term land use and forestry planning in first hand on national level, but the structure should also be possible to use on sub-national (province, state) level. The format should also be used for continuous or periodic updating of forestry information.

Since the classification criteria are well defined, local differences in interpretation should be kept at a minimum and regional and global summaries could be made from the country reports.

Several charts and tables are used for recording the necessary data. The main details of the format can be explained with the two charts shown in figure 1 and 2.

Figure 1 shows the broad classification of forest types. The total land area is first broken down into landuse categories. The first three groups (forest, shrub and forest fallow) are the categories that are of direct interest for forestry. All other landuses (agriculture, grazing land, urban areas, etc) are grouped together under the category "Other", which can be described as non-forest land. Wood can be produced on these areas, but timber production is not the main purpose.

The category "forest" includes what is generally associated with the concept of forest, namely natural forests and forest plantations. Natural forests are divided into broadleaved, bamboo and coniferous forests. The broadleaved forests are further broken down into open and closed stands.

Each forest type/forest class is subject to a more detailed break-down into functional classes which is shown in figure 2. The first division is according to operability. Operable forests are defined as productive forests where physical conditions and present regulations allow, or might allow, for production of wood for industry. The distance to consumption or export centres is not taken into account, which means that forests that presently are economically inaccessible could be included. Normally only closed broadleaved forests and coniferous forests are included in this category.

The operable forests are broken down according to their management status. A managed forest is a forest that is under intensive silvicultural management with the aim of increasing the volume and/or value of the production. Strict control over harvesting methods and log outtake should be implied. Forests that only are under a harvesting plan (logging plan, annual area or similar) are not included in this category. Only about 5 percent of the tropical forests of the world are presently considered as managed under this definition (20% in Asia-Pacific and less than 1% in Latin America).

The main part of the operable tropical forests are unmanaged. They are subdivided into "Undisturbed", which means a virgin forest or a forest where there has been no logging for the last 60-80 years, and into "Exploited", which is a forest that has been logged one or more times during the last 60-80 years.

Inoperable forests are forests that are not able to produce wood for industry either for physical reasons (terrain conditions or unfavourable species characteristics) or for legal reason (national parks, watershed areas, other types of reservations, etc). Some volumes may be extracted from those areas if it complies with the management regulations, but there should be no commercial logging.

Forest plantations are classified in a similar way. Plantation species (broadleaved or coniferous), purpose of the plantation (industrial or non-industrial) and growthrate are registered.

#### Industrial wood from natural forests and plantations

The format will show areas and standing volumes of industrial wood. From these data the volumes that can be harvested annually on a sustained yield basis can be calculated. The best available input data should be used but since these data many times are of low accuracy, the results must be treated accordingly. As soon as more reliable data are available the old data should be replaced.

The categories in the natural forests that in first hand are of interest for industrial wood production are the groups shown under "operable" of both closed hardwood forests and coniferous forests. They are indicated on figure 2.

The undisturbed (virgin) forests are immediately available

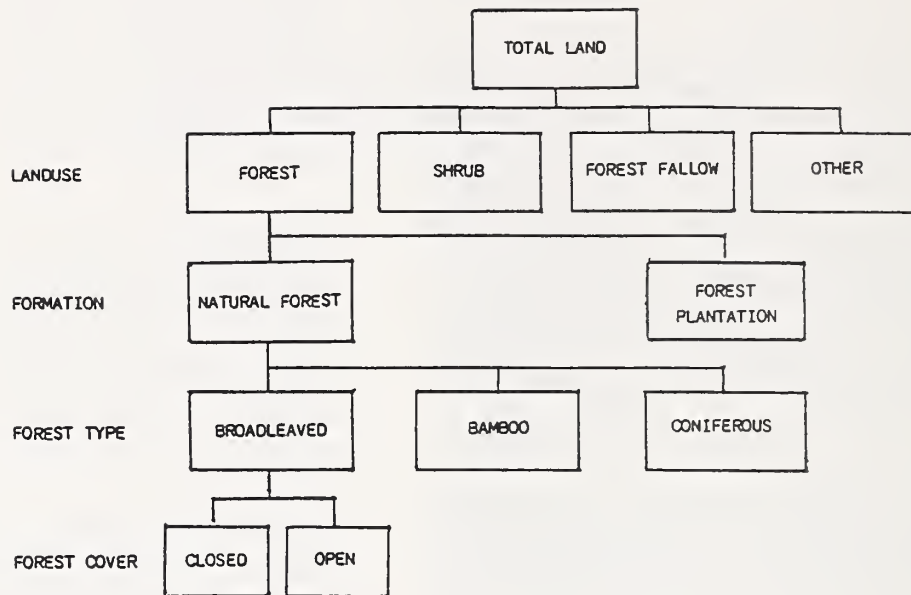


Figure 1-- Broad classification of forest types

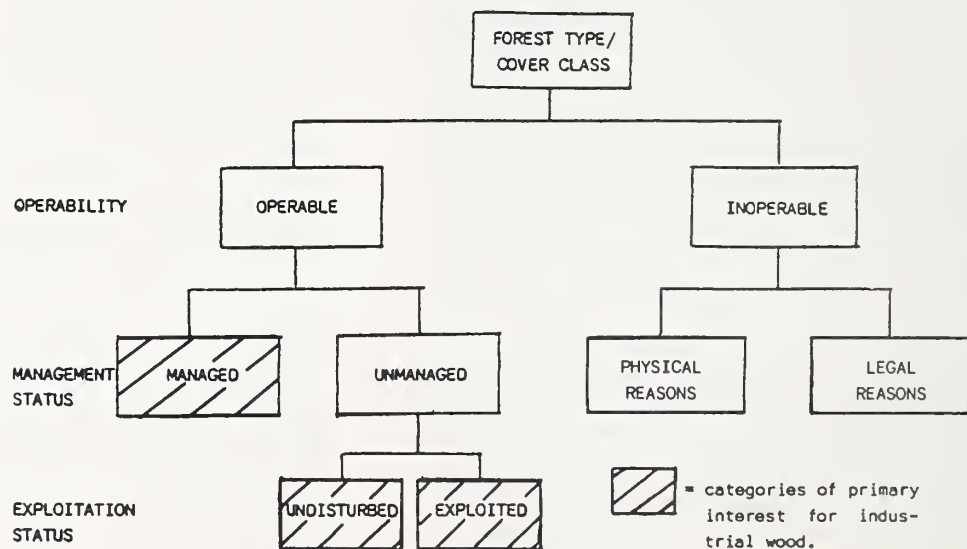


Figure 2 -- Functional classes of forest land.



for logging. The exploited forests and the managed forests are already logged over at least one time and should be ready for relogging after one rotation period, the length of which may vary depending on the local management practices. These two classes may therefore contain the whole range of stands from those which have recently been logged to those which are ready for a second harvest. More detailed information is required to determine the areas that will be possible to harvest during different time periods for these two categories.

A similar area assessment can be made for open broadleaved forests. Industrial wood can also be harvested from these forests, but since they have a lower density and stocking the volumes to be removed will be considerably lower.

From satellite imageries, air photos and existing records it should be possible to get a fairly good idea of the forestry situation on the national level including preliminary estimates of areas with potential for production of industrial wood. It is also possible to roughly calculate available volumes but the volume figures will be less accurate because of geographical variations in standing volume and species distribution. Inventory data are probably not available for all districts.

The supply of wood from plantations is easier to estimate. The areas of existing plantations should be on record and the development of the plantation is probably monitored. Species characteristics including growth rates and possible end uses are known. The industrial wood that will be available from plantations during different periods should be possible to estimate with reasonable accuracy.

#### Industrial wood from other sources

Although most of the industrial wood will come from forest lands, other sources should not be overlooked. Some permanent crops produce wood as a by-product. A rubber plantation, for instance, can have a standing volume of some 180 m<sup>3</sup>/ha, most of which is industrial wood. Roadside plantations, shade trees, etc are also potential sources of wood.

Very little information about these wood resources is available even if in some countries most of the wood that is used, also most of the industrial wood, comes from non-forest lands. In order to present a complete wood balance these volumes should be considered.

#### Deforestation and possibilities to increase wood supply

Deforestation means the removal of the tree coverage and transfer of the land use from forestry to other land uses. Some deforestation takes place after government decisions to convert forest land to agriculture, urban centres, roads, etc. Most of the deforestation is, however, the result of unplanned and uncontrolled shifting agriculture. Deforestation means that the areas for future wood production will be reduced in an unplanned manner both regarding size and

geographical distribution. The implication for forestry is that in the long run the harvesting volumes have to be reduced. The total log outtake can, however, be maintained as long as there are virgin forests left for expansion of the harvesting areas. Many countries have now reached a stage where the virgin forests are dwindling rapidly and the total logging volumes have to be reduced.

In the long run two ways can be mentioned for increasing the supply of industrial wood. One possibility is management of the forests. Through forest management the annual production can be increased by some 50% according to some reports. Establishment of forest plantations is another possibility. A plantation will have a higher production than a natural forest and also a shorter rotation.

The supply of industrial wood can also be increased in the short run without expanding the harvesting areas. Among the possibilities can be mentioned:

- Increase the number of species to be extracted. Include "lesser utilized species" with market potential.
- Utilize more of the volume felled. Increase the ratio VAC/VOB (volume actually commercialized/volume over bark).
- Increase the recovery rate in industry.
- Minimize losses in handling and transport.
- More rational use of wood on non-forest land.

#### Wood balances

In order to have a meaningful base for the development planning of the forestry sector wood balances on national level should be prepared. These calculations should cover a few scenarios both regarding future demand and supply. The time frame should be sufficiently long, at least 30-40 years or the length of one cutting cycle, so that the effects of strategic decisions can be incorporated. The present capacity of the forest industries should be taken into account. A calculation like this will in broad terms indicate the future position of the forestry sector in a country, if the country is likely to experience a shortage of wood, if export can expand, if industrial capacity has to be expanded, etc.

For studies of different land use alternatives on district level a mathematical model "Area Production Model (APM)" is available. A description of the model is given in the report "Simulation of Forest Resources Development" (Ref.2).

The APM, which is a simulation model, deals with topics such as:

- landuse changes
- biomass energy balances
- forest degradation
- forest plantations
- forest production
- agriculture production (agriculture residues for energy)

The model is intended to be used on district level and will

serve as a tool for dynamic landuse planning. The necessity of integrated planning is stressed. The model focuses on energy supply and demand but industrial wood is also considered. Alternative developments can be simulated up to a time horizon of 50 years. The model is designed to be run on micro computers of type IBM PC. It is simple in construction and should be possible to use by persons with only limited computer knowledge.

Some of the questions that could be dealt with by the model are:

- What land areas can be used for forest production on long term basis under specified assumptions regarding the development of the agriculture sector?
- What plantation efforts would be needed in order to satisfy a prospected demand for industrial wood, fuelwood, environment functions and nature conservation?
- When would the forest resources be exhausted, if there are no changes in the present exploitation and silviculture systems?

Another purpose of the model is to identify knowledge gaps. This will help to initiate collection of certain data which are essential for long term planning, but which may not be available at present.

Some interesting aspects regarding industrial forestry and the development of the society are also discussed in a paper presented at a regional workshop on industrial wood held in Kuala Lumpur, Malaysia in September 1986 (Ref. 3).

#### References

1. Lanly, Jean-Paul, Tropical forest resources. FAO Forestry Paper 30, FAO, Rome; 1982. 106p.
2. Lindgren, Ola, Simulation of forest resources development. Field document 11, GCP/RAS/106/JPN, FAO, Bangkok; 1986. 43p.
3. Nilsson, Nils-Erik, Industrial forestry and its integration with social and rural development. Extract from Field document 16, GCP/RAS/106/JPN. FAO, Bangkok; 1986. 35p.

PLANNING FOREST RESOURCES  
FOR FOREST PRODUCTS INDUSTRIES AT NATIONAL LEVEL

J.C. Lahaussais, Forestry Officer  
F.A.O., Rome, Italy

---

Abstract--This paper reviews briefly the main aspects of planning in the forestry sector with emphasis on the forest products industries. It is followed by a description, from a user's point of view, of a simulation model developed within FAO. This model is intended to assist planners in assessing the impact of their decisions at the national level.

Abstracto--Este documento hace una breve revisión de los aspectos principales de la planificación en el sector forestal acentuando el tema de las industrias de productos forestales. Contiene además una descripción, a partir desde el punto de vista del usuario, del modelo de simulación desarrollado dentro de la FAO. Este modelo está destinado a la asistencia de planificadores en la evaluación del impacto de sus decisiones a nivel nacional.

---

### Introduction

There is general agreement within the forestry sector that efficient and thorough planning is a necessity, because of the time required to establish a forest-based industry and because of its capital-intensive nature.

The planning function for mechanical wood products and for pulp and paper mills has been the subject of many books and various conferences. Forest resources are under continuous study by governmental agencies, private and international organizations and extensive literature has already been published.

However, an integrated approach to planning (where both forest resources and industry requirements are planned together for optimum results) has not always been adopted by planning agencies. There are unfortunately many examples of over-mature forest resources for which no industrial utilization exists or, vice-versa, industrial complexes without sufficient fibre resource at economical cost.

The Forestry Department of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has recently developed a simple computer model to provide integrated planning in the forestry sector.

As it is beyond the objectives of this conference to describe the methodologies of a planning exercise, the present document will review some aspects of planning which were used in the model and will then explain the concepts from a user's point of view.

### Planning Concepts

#### Planning Objectives

The objectives of the planning exercise will vary widely depending on who does the planning and the social, economic and political context in which it is carried out.

There are two broad groups who perform planning functions:

- private investors with objectives mainly related to direct or indirect financial profits, and
- the public sector which is concerned with socio-economic objectives among which the most frequent are:
  - (i) improve the aggregate benefits (goods and services available to society) derived from the available resources;
  - (ii) increase social, political and economic stability (improve balance of payment, provide public services);
  - (iii) improve conditions for the poorer members of society (job creation).

Though these objectives may appear somewhat removed from those of foresters used to thinking in terms of planting trees, there is a definite link, as it is through such forestry activities that the objectives will be reached later on. The objectives may be more easily understood by the mills operators as they contribute in a more direct way to them.



The most difficult task is to get both private and public sector groups to work together in spite of their widely different and sometimes conflicting goals. However, when dealing with experienced parties it is expected that they will know that compromises are indispensable to get a project going and to reap future benefits. This should not be construed in a negative sense as some synergy is created when planners from different sectors work together: the government agencies can learn some techniques from private investors whose "drive" is sometime the catalyst in the realization of the project.

The project will nearly always benefit from planning done jointly by private investors and the public sector as the objectives will be understood and accepted by all involved and the solutions to possible problems will be reached with the best available planning resources.

The financial size and the complexity of forestry projects make it impossible for any organization to consider "going-alone" and the need for cutting licences, tax exemption, financing, technical experience etc... makes the cooperation between private investors and governments not only a necessity but a benefit to the project.

#### Integrated Approach

To provide for smooth and coordinated development of a project, its implications on the economy have to be assessed, upstream as well as downstream. Since the forestry sector has an impact on some of the most basic aspects of society: land utilization, culture and housing, this assessment is especially important. This will require close cooperation and excellent communications between the various "factions" involved in planning: land planners, foresters and industry planners.

Lack of exchange between them will result in the creation of resources (i.e. plantations) without an end-use beneficial to society (i.e. an industry which would create jobs and develop skills) or will not optimize the yield from a natural resource.

This is often illustrated by plantations for which the original objective was, say erosion control, but which could have been used as raw material for an industry if the right species had been selected at the conception of the project. This example indicates a lack of communications between foresters and industry planners.

#### Realistic Objectives

When objectives are very general in nature, they should be "brought-down" to the implementation level. This will ensure that:

- the objectives are attainable;
- the planning group has thought out the consequences;
- the time table is reasonable.

It would also indicate the need for intermediate objectives and allow the project implementation to proceed by phases. The phased approach offers many advantages such as: smaller initial investment, the profits of the first phase operation can be used to finance the second phase, the personnel is trained in a progressive manner and the marketing can be developed on a sounder basis.

#### Optimization

Considering the constraints, the diversity of the objectives and their interaction, the planning activity lends itself very well to the application of optimization models. There are, however, a few complications in the forestry sector:

- some of the planning objectives are socio-economic and thus difficult to quantify. Furthermore, the qualitative analysis is always very difficult since what is important to a socio-political system may be trivial to another;
- the number of interacting variables is large which makes the selection of an optimum solution a time consuming task as the model will have to iterate many times.

FAO has used in the past an optimization model for planning the forest industry sector in a regional and a national mode, but had to give it up because of model complexity, time required and the need to collect very large volume of information in great detail. As an alternative a simulation model was developed to assist sector planners. This model, called COMFOP, is described in the following section.

#### COMFOP - Computer Model for Forestry Planning

##### Objectives of the Model

The model, through simulation is intended to assist planners and policy makers in:

- projecting demand and supply of forest products based on different assumptions concerning future economic development;
- taking corrective measures against foreseen raw material shortages, and
- assessing the consequences of forestry policies before they are implemented.

#### Model Concept

The model is a simulation and not an optimization model, which means that it will not recommend the optimum solution given a set of constraints (i.e. what is the cheaper way to increase wood supply to meet demand) but will indicate to the user the consequences of various decisions.

This implies that the user must have a good knowledge of the industry to avoid any unrealistic alternatives and determine rapidly the most viable options. As a consequence it allows a reduction in the size of the programme and permits the utilization of smaller computers.

In designing the model, four (4) criteria were selected as indispensable:

- simplicity of use and ease of modification;
- no computer expertise needed;
- usable on personal computer;
- modular concept.

Simple--The system requires a fully IBM compatible micro-computer with a random access memory (RAM) of 640 KB, two floppy disk storages of 360 KB each and the widely available electronic spreadsheet programme "LOTUS 1-2-3". A system with one floppy disc (360 KB) and one hard disk (10 MB or more) is recommended which will permit increased flexibility in case of system modifications.

However, "simple to use and to modify" does not mean that anyone without experience in the forest industry will be able to use the model. In fact it is quite the opposite since to make the model easy to operate we had to let the operator do some preselection based on his own judgement. As an example there is an input called accessibility, which indicates the percentage of forest area accessible for exploitation; to enter this factor requires in-depth knowledge of the local conditions and of harvesting methods, while only very basic knowledge of computers is necessary

No Computer Expertise Required--The diskette includes all the steps of the programme in a pre-formatted mode and the user simply types in the figures he wants to enter as inputs.

In other cases the user is given a choice between two modes (for example: projections based on percentage growth (=1) or other input (=0), in which case he selects the alternative and type the corresponding code 0 or 1.

A manual is available to explain both the operation of the model and the user's instructions.

The programme is written on a diskette which is protected and thus cannot be erased by erroneous utilization but requires normal care in handling. No previous programming experience is required since the model is based on an interactive programme (spreadsheet type). All the user has to do is to get familiar with the equipment used (i.e. the keyboard and the screen) and follow the instructions as they appear on the screen.

This transfers the work from the computer operator to the planner and thus lets the user free to work at his own pace, completely independent from computer support staff.

This model becomes a time-saving tool for a planner, without requiring him to acquire computer training.

Usable on Personal Computer--The recent personal computers have been sold in very large numbers and they are frequently seen in offices. This proliferation suggests that for a model to be useful, it should be "operable" on a personal computer. Furthermore, the personal computers have many advantages over their main frame. Among them:

- cheaper capital and operating costs;
- no computer experts required to run them;
- portability;
- immediate access;
- access to numerous data bases and user friendly softwares.

This last point is quite important as it means that through a telephone line connection a user can gain access to all sorts of statistical records such as population growth, GNP etc... available from data banks.

Modular--A modular structure of the programme means that the various sections of the model can be run independently from each other. For example, one could check how much an increase of 10% in accessibility in "Undisturbed forests" would give in additional sawn and veneer wood without having to run the complete demand-supply model.

This feature saves considerable time for the user and frees the computer for other applications. It thus contributes to greater flexibility (immediate responses means the user does not hesitate to try various scenarios) and to cost reduction.

Provisions are also made in the model to enter manually an input midstream i.e. one could input population, GDP and income elasticity and let the computer calculate demand for, say Printing and Writing paper, or alternatively, one could manually enter the demand for Printing and Writing paper. A third alternative will be to connect the model to the FAO computer and access the FAO model for forecasting Printing and Writing demand for that country and use FAO projections. This FAO forecasting model is still under development, but provisions have been made for its use in the model.

#### Description of the Model

General considerations--The model is divided into three modules as follows (see Figure 1):

- Forest Products Demand Module, where the demand of raw materials is calculated based on end-products demand projections.
- Plantation Supply Module, where the future supply of raw materials, and the requirement to be met from natural forests are calculated.
- Natural Woody Vegetation Supply Module, where supply from natural forests are projected and the final balance between demand and supply of raw materials is calculated.

The model will not indicate which policies to adopt to balance supply and demand, but is intended to show the consequences of any policy decision and whether or not it would alleviate any shortage.

The model has been kept flexible, and the user decides whether to use or not to use various functions in the programme. For example, one may not want to use the projection method of the Forest products demand module, and decide to enter "manual projections".

The user also has the possibility in an interactive mode to check the results of the programme at any step. Something like a window which lets him see the results before they are used again in the programme. As in the previous example, the planner can see the results of the forest products demand projections and compare them with his own estimates before continuing the programme.

The selection of products and the classification of forest types is based on FAO classification, to ensure compatibility with any future computerization of FAO statistics. It also simplifies input procedures for users who want to use FAO data. However, provisions are made in the model to change this classification should the user want to do so.

In its present configuration a personal computer with an internal memory of 640 K bytes is quite able to handle the programme, but should a user decide to increase the classes of products or forests, he should do so with care to keep the programme size within the limits of the 640 K bytes memory.

Forest products demand module--The projections of future demand for forest products are based on income elasticity of demand, gross domestic product (GDP) and export projections for individual countries (see Figure 2).

It is assumed that consumption of forest products (C) is a function of Gross Domestic Product (GDP), and that the extent to which consumption change in response to variations in GDP is measured by Income Elasticity (I.E.). Thus, if it is found in a country that GDP has increased by 1% and the contemporary consumption of a product has increased by x%, the Income Elasticity for this product during that period is "x" by definition.

The figures for income elasticity are available in FAO for some products and some countries.

In the case where past consumption figures are unavailable (i.e. a new mill producing a grade not previously available) provisions are made to enter "manually" an estimated consumption. Similarly one could enter import and export projections manually or input a rate of growth which will let the programme do the forecast automatically.

The forest products demand is then converted into raw material demand through a conversion table, built in the model (but which can be changed by the user).



These conversion tables are quite important since they correlate end-products and raw material and have a direct impact on raw material requirements.

Provisions have been made for supplying some paper furnishers from waste paper, but it is up to the user to investigate further the waste paper supply.

The residues from sawnwood, plywood and veneer are assumed to be recovered at a given rate (to be entered by the user) and used first in pulp and paper and panel board, and second for fuelwood if there is any excess.

The model calculates automatically the net requirements of raw materials by class and by year.

Plantation supply module--The user enters first the characteristics of the existing plantations on a species basis (Hardwoods Long Rotation, Hardwoods Medium Rotation, Hardwoods Short Rotation and Softwoods). (See Figure 3.) These characteristics include:

- surface planted (ha) and year of plantation;
- average growth (m3/ha/yr);
- timing of thinnings and final cut and yield.

The current rate of planting activity can be extrapolated, or the surface to be planted can be entered, depending upon the user. Based on these two elements, past and projected plantations, the module will calculate the projected output of the plantations by class of raw materials (i.e.: saw and veneer logs, panel and pulpwood, etc...) and by year.

The model differentiates the supply of logs by rotation periods according to the table below:

<u>End Products</u>	<u>Raw Material</u>
Veneer and plywood, domestic quality	Hardwood, long and medium rotation
Veneer, Plywood and Sawlogs, export quality	Hardwood, long and medium rotation
Sawlogs, domestic quality	Hardwoods, long, medium, and short rotation

For hardwood species, it is assumed that the plantations are used to supply first veneer and plywood, domestic quality (from long and medium rotation hardwoods) the, if there is any excess

supply, veneer, plywood and sawlogs, export quality are produced from long and medium rotation hardwoods and finally sawlogs, domestic quality are produced from all hardwoods.

This order of priority can easily be changed if so desired. This is an important consideration since it prevents the model from showing, as supply for sawlogs and veneer logs, any short rotation hardwood such as Eucalyptus which might not be appropriate for veneer and plywood.

An investment cost figure is entered for the various classes of raw materials.

The programme then recalls the demand of raw materials (from the Forest Products Demand Module) and compares it with the projected output of the plantations.

The final output is a table showing the balance of demand to be met from natural forests sources.

Natural woody vegetation supply module--The basic characteristics of the Natural Woody Vegetation are entered in the module. They can be collected from local sources or, if unavailable, from FAO for most tropical countries in Asia and Africa.

The main inputs are:

- average physical characteristics of the tree (such as percentage of bole, branches and breakage, etc...);
- area of the various types of forests;
- accessibility;
- growing stock and growth.

In addition, provisions are made for changes in certain factors such as: accessibility, rate of deforestation, transfer from one type of vegetation to another (i.e. a forest zone becomes classified as recreation area and stops being usable for industrial purposes).

The programme will give for each species the projections of raw material available by potential end-use (Saw and Veneer Logs, Panel and Pulpwood, Fuelwood).

The resulting table from the plantation supply module, showing the volumes to be supplied from natural woody vegetation, is brought back and compared with the availability of raw material from Natural Woody Vegetation.

This will indicate whether demand and supply are in balance or not.

In case of shortage the planner would go back to the model and try various alternatives to see which one is the most likely to meet the demand, (i.e. modifications in plantation programme and/or import trade).

#### Future Directions

FAO has initiated work on a financial evaluation model for the forest products industry. This model will be conceived along the same lines as COMFOP as the approach appears to be well accepted by the users.

To be more specific the following models are under development:

- transport model which will estimate mill net costs of raw materials and finished products and will assist in site selection for industries;
- manufacturing cost and mill net sales model for estimation of costs and income from any forest industry operation at a given output;
- capital cost model where a mill would be defined in terms of end products, process and size and the capital cost produced automatically;
- financial evaluation model which will take output from the other models and produce a financial analysis.

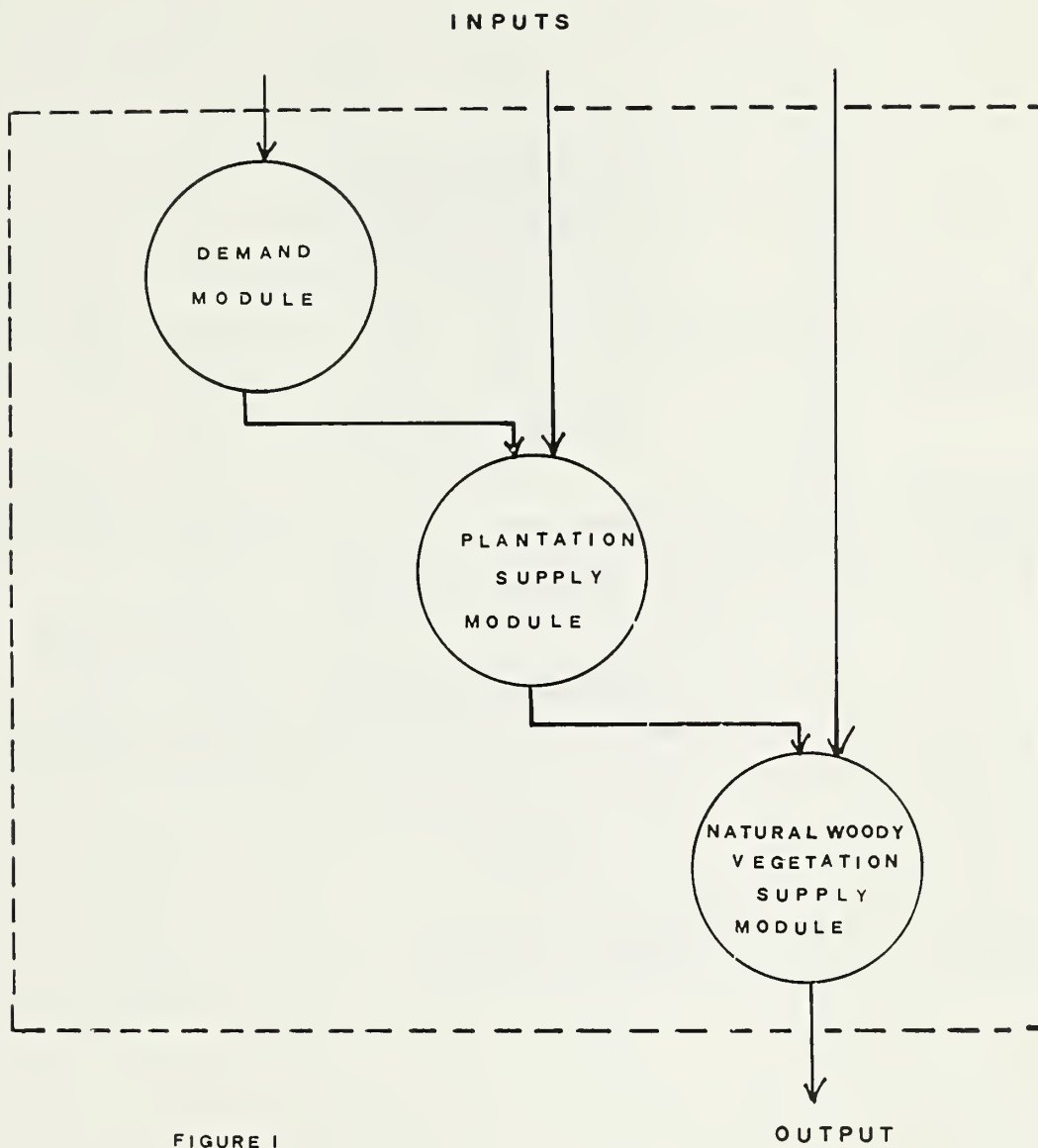


FIGURE 1



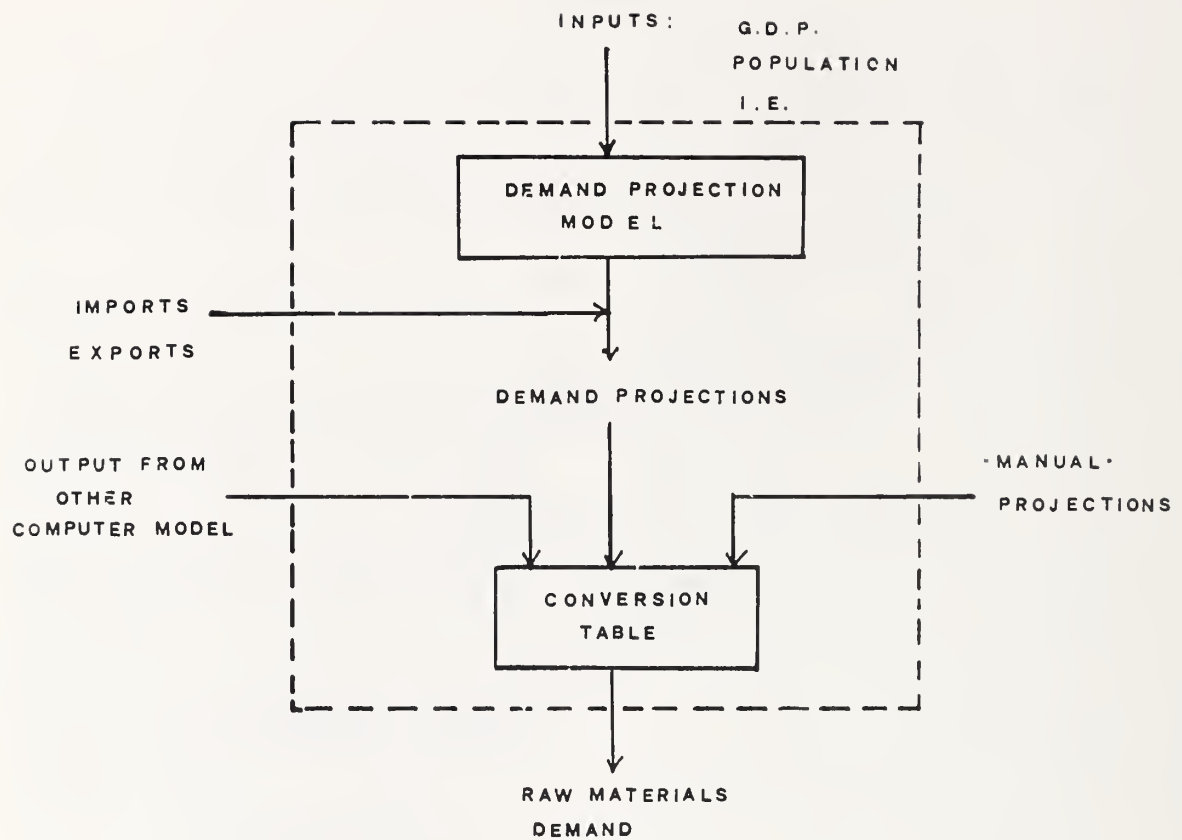


FIGURE II

DEMAND MODULE

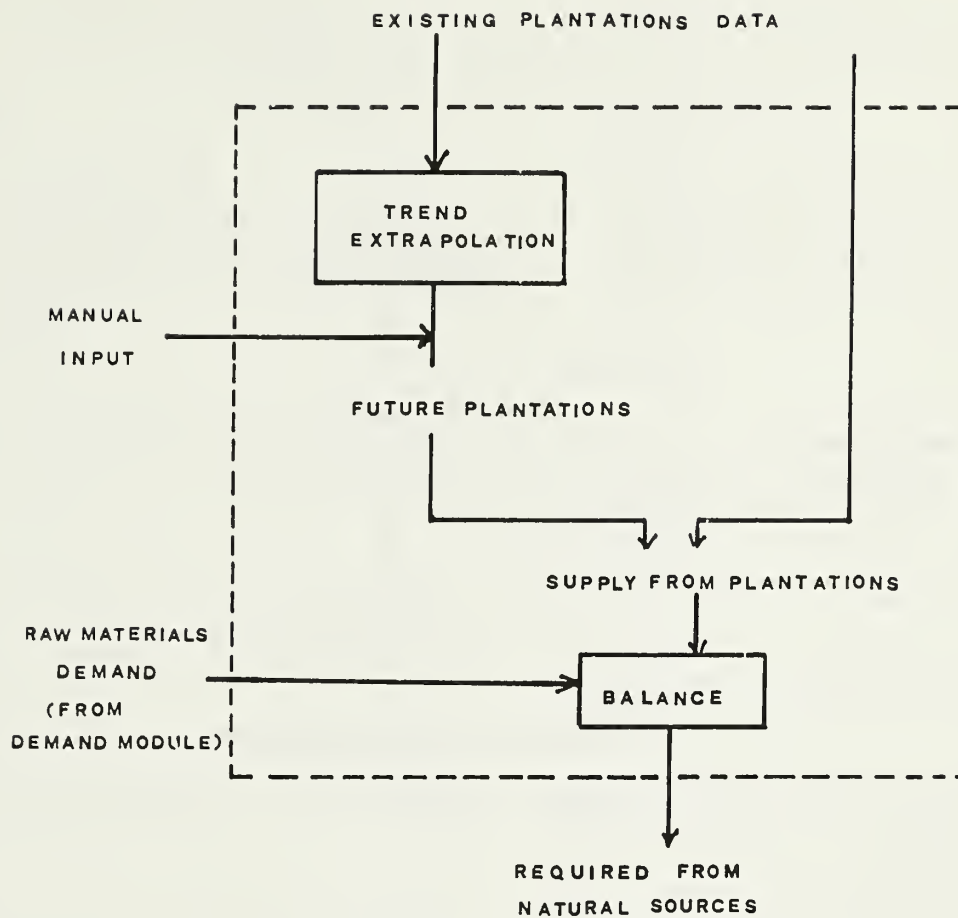


FIGURE III

PLANTATION SUPPLY MODULE

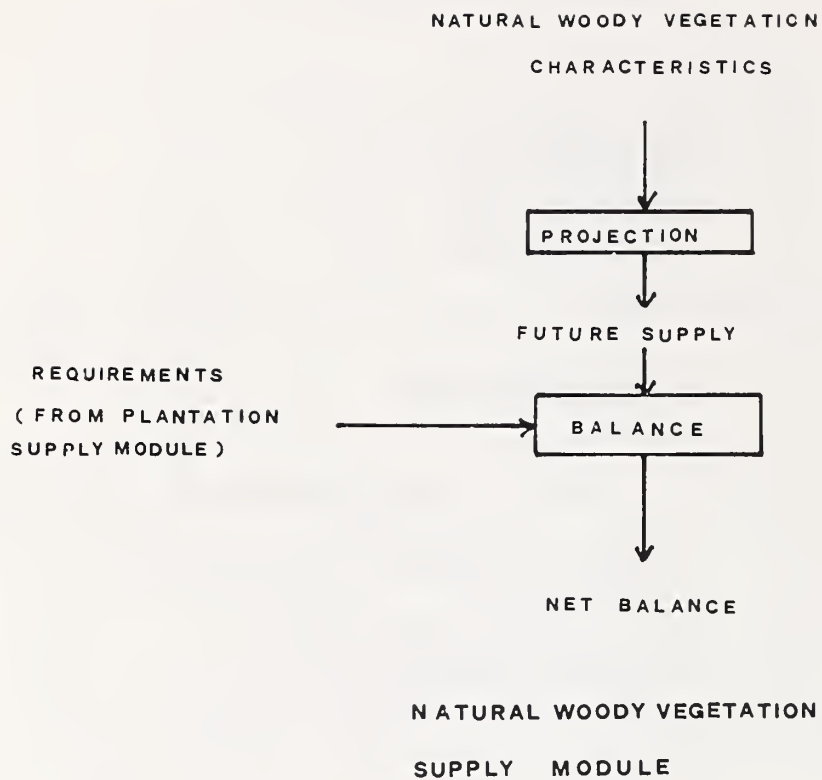


FIGURE IV



## PANORAMICA SOBRE EVALUACION DE TIERRAS Y RECURSOS

### RELATORIA DE LA SESION GENERAL

**MODERADOR:** Ing. Carlos Valdez Sandoval.

**RELATOR:** Ing. Baltazar Ogaz Ituarte.

#### GENERALIDADES.

De cinco ponencias programadas, fueron presentadas sólo dos en forma resumida por el Dr. K.D. - Singh y otra tercera "Manejo de Cuencas a nivel Nacional" del Dr. Mario Martínez Menes, fué transferida a la sesión inaugural, sin embargo se integro en la relatoría por estar dentro de la sesión de trabajo.

1. La ponencia "Manejo de Cuencas a nivel Nacional" del Dr. Mario Martínez Menes, dice que es muy amplio el concepto de manejo de cuencas y que cualquier trabajo que se implemente es pequeño.

Mencionó que para manejar la cuenca, debe - planearse el uso y manejo de los recursos - para producir agua; enfatizó que para estudiar la cuenca deben considerarse el clima, el suelo, la vegetación, la hidrología, el - escurrimiento, la evaporación y la evotranspiración..

Por último expuso que hay problemas de límites en el manejo de cuencas, por esto es importante que los trabajos se adopten a la división estatal y municipal.

2. El trabajo "Requerimientos de tierras para - dasonomía industrial" del Sr. Kurt Boström, fué expuesta en forma resumida, describe un sistema de clasificación de tierras producida por F.A.O. para la producción de madera - industrial.

Mencionó la continua desforestación y propuso el establecimiento de plantaciones que - tengan una productividad más alta que el bosque natural, propuso que para realizar trabajos, es importante considerar además de las áreas de bosque, otras áreas no convencionales como las orillas de los caminos.

Hizo énfasis en el modelo matemático "Area - Production Model", para estudiar las diferentes alternativas del uso de la tierra, es un modelo simple que puede correrse en microcomputadoras.

3. "Planeación a nivel nacional de recursos para la industria de productos forestales" del Sr. J.C. Lahaussais, expuesta resumidamente, hizo una revisión de los aspectos de la pla-

neación en el sector forestal y propone que - el recurso forestal y la industria sean planeados juntos para optimizar resultados, dijo que son dos grupos que representan las funciones de planeación, la inversión privada y el sector público.

Enfatiza también sobre un modelo de simulación desarrollado por la FAO, llamado COMFOP (Computer model for forestry planning), el modelo intenta a través de la simulación dar asistencia a planeadores y políticos en proyectar la demanda de productos forestales.

#### MESA REDONDA.

En relación con primera ponencia, el auditorio - mostró interés en que la cuenca debe considerarse íntegramente desde el punto de vista físico y no adaptarse a la división política de los estados o municipios y que el producto final del manejo de la cuenca además de la obtención de agua se piense en la correcta utilización de la misma.

La respuesta que se dió fué en el sentido de que está planeado manejar la cuenca íntegramente, pero debe haber una coordinación entre los municipios y estados.

Dijo también que el uso del suelo y el agua como producto final se asocia con las actividades productivas agropecuarias y forestales.

En cuanto a las dos últimas ponencias, hubo interés en conocer el análisis económico de los modelos y se manifestaron en el sentido de lo riesgoso de implantar estos modelos.

La respuesta fué que el primer modelo tiene un enfoque silvícola y no económico; en relación a la segunda ponencia se dijo que el modelo es sencillo y evalúa la leña, la producción de madera, - etc., y que se recomienda como una buena herramienta para el silvicultor.

NIVELES DE INFORMACION NECESARIOS PARA LA  
TOMA DE DECISIONES EN EL MANEJO DE BOSQUES  
TROPICALES 1/

Víctor E. Sosa Cedillo 2/

---

Resumen-- Se presenta una propuesta de niveles para la planeación del manejo de los recursos forestales tropicales de México, su ubicación en el contexto de la planeación nacional, así como los requerimientos de información para cada nivel según la nueva Ley Forestal y las responsabilidades en su obtención y en la toma de decisiones.

Abstract-- The paper has a general proposal of levels, for management planning of tropical forest resources of México, their position in the national planning system, the requirements of information according to the new forest law for each level, and the responsibilities in the obtainment the information and in the decision make process.

---

### Introducción

En México, se han venido realizando trabajos de evaluación de tierras y recursos de las zonas tropicales a diferentes niveles, desde hace tiempo; sin embargo, a faltado mayor claridad en cuanto a los niveles de planeación a considerar, la información necesaria para cada uno de ellos, responsables de la obtención de los datos, de la toma de decisiones, y ejecución de las diferentes acciones.

El objetivo de este trabajo es proponer de acuerdo a las condiciones y legislación forestal de México, un esquema posible que satisfaga las necesidades de información para la planeación a diferentes niveles, del uso y conservación de los recursos forestales, en este caso tropicales. Se incorporan las necesidades que a este respecto plantea la instrumentación de la nueva Ley Forestal de mayo de 1986.

Finalmente, se efectúan algunas conclusiones y recomendaciones tendientes a evitar problemas que en ocasiones se han presentado, como es la información que no se utiliza adecuadamente en función de su costo de obtención; falta de información específica para planear o programar diferentes aspectos; uso de información inadecuada para la toma de decisiones a determinado nivel; por citar algunos ejemplos.

---

1/ Trabajo presentado en la Conferencia Internacional y Reunión sobre Evaluación de tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales (Chetumal, México, Enero 25-31, 1987).

2/ Víctor E. Sosa Cedillo, Ingeniero agrónomo especialista en bosques es Director de Proyecto en la Comisión Nacional Forestal, México, D.F.

### Situación Actual

En México no existe una clasificación generalmente adoptada en cuanto a los niveles de información necesarios, para la planeación del manejo de los recursos forestales de las zonas tropicales.

Sin embargo, al nivel nacional y regional se ha venido realizando el inventario forestal de cada estado que posee vegetación forestal tropical, obteniéndose información sobre ubicación y cuantía de superficies por tipo de vegetación, existencias volumétricas por grupos de especies y datos ecológico-silvícolas. Esta información ha sido escasamente usada con fines concretos de planeación, por haberse carecido de una definición clara de objetivos antes del diseño del inventario; y por no estar debidamente conectado el inventario con un sistema de planeación, toma de decisiones y ejecución.

En el nivel de desarrollo industrial, en el año de 1980 se concluyó el denominado Estudio Dasonómico del Distrito de Drenaje de Uxpanapa, que comprendió 260 000 hectáreas de recursos forestales tropicales, el cual planteó bases para la regulación del uso del suelo, el manejo de selvas y principios de integración con aspectos de fauna silvestre, plantas medicinales, socioeconómicos y otros. La instrumentación de este plan, no se realizó totalmente por las mismas razones que en el caso anterior.

En el nivel de manejo para el aprovechamiento y extracción de productos forestales, los trabajos se realizan en base a los estudios dasonómicos que marcaba como requisito la anterior Ley Forestal, que han servido de base para el cálculo de los volúmenes posibles de corta de madera por año y su autorización. Estos estudios en poca medida han servido para efectuar un manejo integral y sostenido de los recursos forestales de las zonas tropicales.

La nueva Ley Forestal de mayo de 1986, enfatiza la necesidad de tener congruencia entre los niveles de planeación, toma de decisiones, y la ejecución de diferentes programas y acciones para un adecuado manejo de las tierras y recursos forestales de las zonas tropicales.

#### Niveles de Planeación Forestal

Nyyssonen, 1976, en su trabajo sobre objetivos y planeamiento de inventarios forestales, cita que M.C. Metcalf enfatiza que los objetivos deben ser expuestos con la claridad y detalles suficientes para que los planificadores puedan identificar los tipos de información necesaria, la forma en que se usará y las definiciones, normas y precisión requerida, a fin de emplearla en la manera propuesta.

Lea, 1980, señala que se debe asegurar que el proceso de inventario de tierras y recursos sean estructurados, implementados y coordinados de una manera tal, que reúnan los requerimientos de la política y la legislación; y provean a los tomadores de decisiones con la información necesaria.

La FAO en su manual de inventarios para bosques tropicales de 1974, señala que los objetivos y el planeamiento están estrechamente relacionados; los objetivos deben estar claramente definidos y la planeación diseñada para lograr estos objetivos. Se indica que los objetivos de un inventario deben definirse conjuntamente por los usuarios de los resultados y los encargados del inventario. La prioridad de los objetivos a cumplir debe establecerse con claridad antes del diseño de un inventario.

En base a las consideraciones anteriores, el cuadro presentado por Nyyssonen en 1976, basado en S.L. Pringle, donde se indica que esencialmente todos los inventarios forestales se usan para alguna forma de planeación económica y la última aplicación de la información se relaciona con alguna modalidad de beneficio económico o de costos, se modifica ligeramente según se indica en el cuadro 1, para proponer un esquema general de niveles de información necesarios para la planeación del manejo de recursos forestales en México.

Cuadro 1 Esquema de niveles de información necesarios para la toma de decisiones en el manejo de bosques tropicales.

Nivel	Tipo de planeación	Horizonte	Objetivos Generales
Nacional o Regional	Sectorial	Largo plazo (25 años )	-Definición de políticas y programas para el desarrollo forestal. -Balance entre potencial de producción y demanda de productos forestales.
Desarrollo Industrial	Planes generales de manejo y estudios industriales de factibilidad	Largo plazo (20-25 años)	Indicar disponibilidad de materia prima y costos por sub-áreas para programar volúmenes de extracción y proyectos industriales
Manejo y Abastecimiento	Ejecución de operaciones.	Largo plazo (20-50 años)	Programar cortas en general, productos a obtener por períodos de 10 años y caminos.
		Mediano plazo (5-10 años)	Definir rodales a intervenir, tratamientos por aplicar y productos a obtener.
		Corto plazo ( 1 año )	Programar a detalle las cortas y operaciones a realizar en el siguiente año, recursos humanos equipo, etc.
Aspectos específicos	Específica según necesidades.	Varios	Varios, como protección, fomento desarrollo, regulación de uso del suelo, uso múltiple, etc.



Como lo señala FAO en su manual de inventarios forestales de 1974, no debe esperarse por ejemplo que la información obtenida de un inventario forestal nacional, sea adecuada para tomarla como base para planes de manejo. Los tomadores de decisiones a veces creen que con un solo inventario pueden tener la información a diferentes niveles. Aunque en ocasiones un programa de inventario puede incluir diferentes tipos de inventarios con el fin de lograr diferentes objetivos.

El esquema de niveles que se presenta no es rígido, pero incluye en general las necesidades de información para la planeación del manejo de los recursos forestales tropicales. Una tarea básica a desarrollar es la organización en base a objetivos claramente definidos, de los grupos responsables de la toma de decisiones, obtención de información y ejecución de programas y acciones, que se deriven, así como la asignación de los recursos necesarios en cada caso.

La conexión de los niveles propuestos con el Sistema Nacional de Planeación, se indica en la figura 1.

La nueva Ley Forestal de México enfatiza la ordenación y regulación del uso del suelo, el manejo integral de los recursos forestales y la protección y conservación del medio ambiente, aspectos difíciles de armonizar si no se cuenta con información adecuada para la toma de decisiones, que se traduzca en asignación de recursos para orientar las acciones en la forma deseada. En el cuadro 2 se presentan los requerimientos de información para el manejo de recursos forestales según la nueva Ley.

Con el propósito de clarificar la coordinación necesaria entre la fase de obtención de información y de toma de decisiones en cada nivel, en el cuadro 3 se presenta un ejemplo según las condiciones y regulaciones actuales de México.

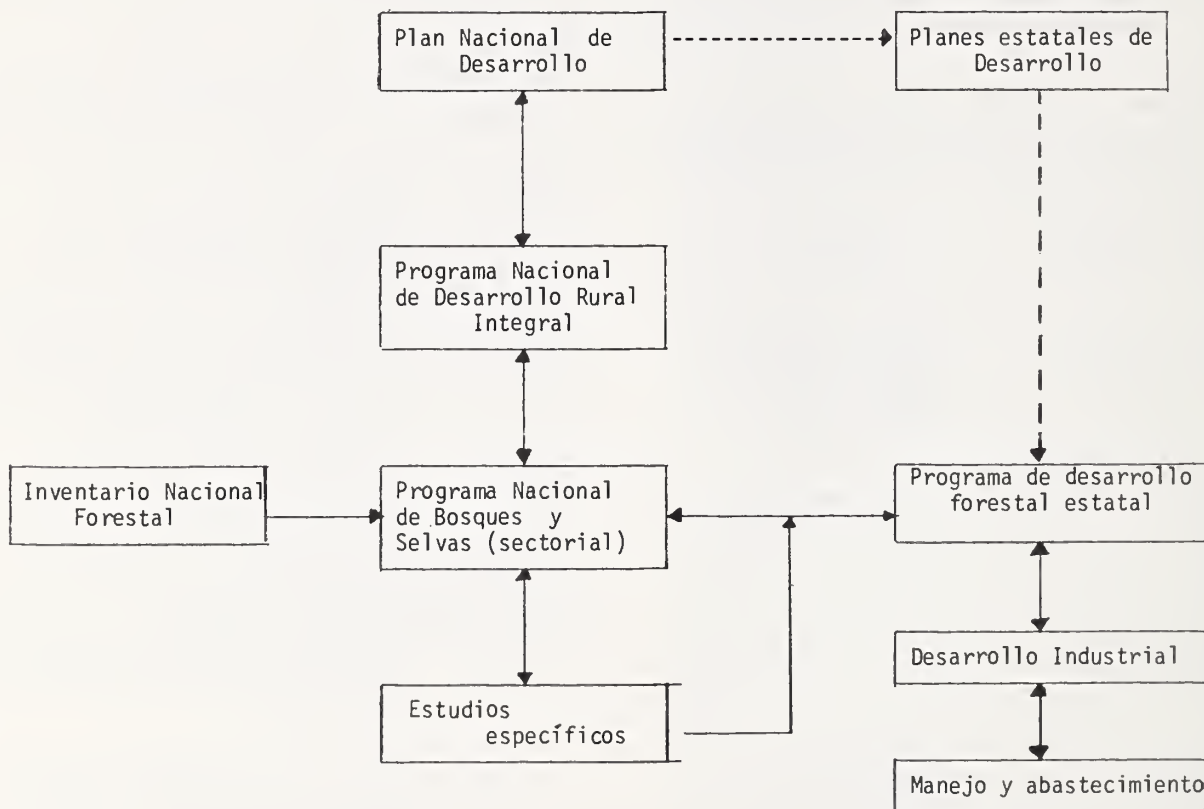


Figura 1. Ubicación de los niveles de información necesarios para el manejo de bosques tropicales en el Sistema Nacional de Planeación.

Cuadro 2 Requerimientos de información para el manejo de recursos forestales que establece la nueva Ley Forestal de México, ordenados para cada nivel

N i v e l	Estudios y/o información necesaria	
Nacional o regional	1 -	Inventario Nacional de los recursos forestales y población animal.
Desarrollo industrial	2 -	Programas regionales de producción y abastecimiento.
Manejo y abastecimiento	3 -	Estudios de manejo integral de recursos forestales.
	4 -	Estudios de infraestructura de caminos forestales.
E s p e c í f i c o s	5 -	Declaratorias para ordenación de terrenos forestales.
	6 -	Dictámenes de impacto ambiental.
	7 -	Estudios para cambio de uso de terrenos forestales.
	8 -	Estudios de zonas protectoras forestales.
	9 -	Estudios de reservas forestales.
	10 -	Delimitación de zonas de alto riesgo de incendios forestales.
	11 -	Delimitación de zonas plagadas.
	12 -	Estudios para vedas forestales.

a/ Los estudios o información específica se pueden también requerir o estudiar desde un punto de vista general en el nivel nacional o regional

Cuadro 3 Ejemplo de participación en la obtención de información de recursos forestales y toma de decisiones según los niveles definidos.

N i v e l	Obtiene información	Toma de decisiones
Nacional o regional	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos SARH (En coordinación con otras dependencias y sectores).	Presidencia de la República Secretaría de Programación y Presupuesto. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Gobiernos estatales Sectores privado y social.
Desarrollo industrial	Industria paraestatal social y privada y gobierno central, íntegra SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Secretaría de la Reforma Agraria Industria forestal. Propietarios y poseedores de bosques.
Manejo y abastecimiento	Servicios técnicos forestales.	SARH propietarios y poseedores de bosques. Industria forestal.
Aspectos específicos	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.	Ejecutivo Federal. Dependencias federales y estatales involucradas.

## Necesidades de Información por Nivel

Nacional o Regional: La principal información a obtener en este nivel consiste en:

- Localización y cuantificación de las superficies de los principales tipos de bosques y las tasas de cambio para períodos determinados.
- Volúmenes de madera y composición de las especies y productos, para las zonas con posibilidad de aprovechamiento comercial.
- Datos sobre el crecimiento y posibilidades de corta de los principales grupos de especies, para las zonas comerciales.
- Datos para programación general de actividades en terrenos forestales y estimación de inversiones necesarias.
- Consumo de leña combustible.
- Información para estudios especiales (industria, capacitación, uso del suelo, etc.)

Desarrollo Industrial: Para proyectos de desarrollo industrial de preinversión e inversión se requiere información sobre lo siguiente:

- Superficie forestal por tipos de bosques y clases de calidad.
- Área forestal comercial.
- Unidades de suministro de madera.
- Volúmenes en pie y posibilidades de corta por grupos de especies y distribución de productos.
- Balance forestal (posibilidades de corta contra necesidades industriales).
- Planeación del manejo y abastecimiento para la industria forestal.
- Costos de abastecimiento por proyecto, producto, operación y áreas de abastecimiento.
- Cartografía forestal, de topografía y de caminos.

Los estudios de preinversión o inversión, requieren de información con diferente grado de precisión y detalle. En el primer caso se puede usar o adaptar la del inventario nacional forestal, dependiendo de su antigüedad y características. En los estudios de inversión industrial generalmente es necesario realizar un inventario específico, por la precisión e información particular que se necesita.

Manejo y Abastecimiento: En el aspecto de manejo forestal se requiere principalmente la siguiente información.

- Determinación de la cuantía, donde, cuando y como, se deben efectuar las operaciones de corta y los tratamientos silvícolas.
- Cuantificación de alturas, áreas basales, diámetros, etc., del arbolado para las diferentes clases de sitios, edades, condiciones y clases de tratamiento.
- Volúmenes por especies y tipos de productos.
- Conocimiento del incremento y la mortalidad del arbolado, para la determinación de las

posibilidades de corta, pronósticos y control.

- Información necesaria para el manejo integral de los recursos, principalmente de integración con actividades agropecuarias (regulación del uso del suelo), sobre población (tasa de incremento, mano de obra), aspectos sociales (capacitación, organización, etc.), aspectos tecnológicos (extracción, industrialización, leña, carbón, etc.), recreación, fauna silvestre, etc.

En lo referente a la planeación de las operaciones de abastecimiento, los datos se pueden tomar conjuntamente con el inventario para manejo o por separado, e incluye la siguiente posible información.

- Ubicación de las áreas de corta anual para períodos quinquenales.
- Definición de los volúmenes y productos a extraer por áreas de corta y los métodos por aplicar.
- Datos para el mantenimiento y construcción de caminos.
- Determinación de lugares específicos para operaciones forestales.
- Presupuestación anual de operaciones de abastecimiento.

Aspectos Específicos: La información necesaria depende del tipo de estudio y de los objetivos de cada tipo de estudio.

## Conclusiones y Recomendaciones

Es necesario que se adopte en México una clasificación clara de niveles de información para la planeación del manejo de los recursos forestales, en este caso tropicales.

En el nivel nacional se deben reorientar los objetivos del inventario nacional forestal en base a las necesidades de información definidas en estrecha coordinación con los usuarios de la misma, para una planeación efectiva del desarrollo forestal y definición de políticas. Se debe reorganizar con esta base la oficina o estructura administrativa encargada de la realización de estos trabajos y dotarle de los recursos necesarios.

Es necesario establecer hasta que punto el inventario nacional forestal debe aportar información que sobre aspectos esocíficos, plantea la instrumentación de la nueva Ley Forestal.

En el nivel de estudios de manejo se deben investigar y definir los conceptos y diseños necesarios, para lograr el manejo integral que señala la nueva Ley.

Se requerirá precisar los diseños de los estudios específicos que la misma Ley señala, tomando en cuenta a los usuarios y tomadores de decisiones.



Se deberán efectuar esfuerzos en cada caso, por armonizar los intereses productivos y los intereses públicos de protección, conservación y fomento de los recursos forestales, esto debe tomarse en cuenta en los diferentes niveles de inventario.

#### Bibliografía o Literatura Citada

FAO. Manual de inventario forestal con especial referencia a bosques mixtos tropicales; Roma: FAO; 1974: 3-9.

Fruy, W.E. Objectives of multi-resource inventories in relation to design considerations; Integrated inventories of renewable natural resources; proceedings of the workshop; 1978 January 8-12; Tucson, Arizona: U.S. Department of Agriculture; 1978: 267-269.

Lea, D.G. Policy and program development. Arid land resource inventories: developing cost efficient methods; an international workshop; 1980 November 30 december 6; La Paz, México: United States Department of Agriculture; 1981: 37-38.

Nyyssonen, A. Objetivos y planeamiento de inventarios forestales: Actas del curso FAO/Finlandia de entrenamiento en inventario forestal. Mérida, Venezuela, Roma: FAO; 1976: 64-72.

Nyyssonen, A. Inventario de los bosques húmedos tropicales, información necesaria y técnicas disponibles: Actas del curso FAO/Finlandia de entrenamiento en inventario forestal. Mérida, Venezuela. Roma: FAO 1976: 72-78.

SAG. Inventario Forestal del Territorio de Quintana Roo (Zona F. Carrillo Puerto Chunjúb); México, D.F.: SAG; 1969.

SARH. Estudio dasonómico del distrito de drenaje de Uxpanapa-estados de Oaxaca y Veracruz; México, D.F.: SARH; 1980.

SARH. Ley Forestal; México, D.F.: SARH; 1986.

Sosa, C.V. Programa a largo plazo para el desarrollo forestal integrado del estado de Guerrero; Acuerdo México-Finlandia; Helsinki, Finlandia: Universidad de Helsinki-SARH; 1985: 22-23.

Sosa, C.V. Niveles de inventario; Memoria del encuentro nacional sobre inventarios forestales; 1984:25-28 de julio; Chihuahua, México: INIF-SARH; 1984: 123-131.

PERSPECTIVES ON THE FOREST RESOURCE SECTOR  
IN THE REPUBLIC OF NIGER 1/

Amoul Kinni & Juan E. Sève 2/

-----  
**Abstract**--The present paper discusses various aspects of Niger's forest resource situation and outlines the future needs for its improvement within a strategic framework. The report also summarizes the work of the Forestry and Land Use Planning Project (FLUP), funded by USAID, in its efforts to develop a forest planning process in Niger.

**Resumen**--El presente trabajo discute diferentes aspectos de la situación de los recursos forestales del Níger, y esboza las necesidades futuras para su mejoramiento dentro de un marco estratégico. El informe también resume la labor del Proyecto Planificación y Utilización de Suelos y Bosques (PUSB), financiado por USAID, en sus esfuerzos para desarrollar un proceso de planificación forestal en el Níger.  
-----

## Introduction

The forest resource situation in Niger, as well as in other Sahelian countries is marked by the desertification phenomenon. Desertification is characterized by large surfaces of degraded land resulting from various types of pressures applied on the resource by a rapidly increasing population. These pressures occur mainly in the form of indiscriminate wood cutting, shifting agriculture, excessive grazing and uncontrolled brush fires. Although there are no precise figures either on the total forest area or the rate of resource degradation, consensus exists to the effect that forest cover losses in Niger run well into the tens of thousands of hectares annually. This degradation process continues today despite large sums of money committed to the forestry sector by many foreign aid "projects".

Niger made a commitment in 1984 to do everything possible to control desertification (Engagement de Maradi). However, if efforts are to be successful, they would need to be more focused and respond to a coherent forest policy and guided by a long term strategy. This has not been the case to date.

## The Forest Resource of Niger and its Uses

The forest area of Niger was estimated at 14 million hectares in 1970 (4). This is a rough estimate based on opinions of Forest Service personnel. No precise data on the physical presence of the Nigérien forest resource are available at this time, although a rigorous survey is being conducted by the Forestry and Land Use Planning Project.

This forest resource is being used by the Nigérien population in a variety of ways. This population is presently estimated at 6.5 million inhabitants and growing at an annual rate of 2.77%.

A major use of the forest resource is wood, mainly firewood, which accounts for 80% of the nation's energy needs. A study conducted in 1984 determined that wood consumption per person per year amounts to 293 kilograms, or 1.22 steres, of which 91% (267 kilograms or 1.11 steres) is fuelwood (7). This results in an annual wood consumption of almost 8 million steres per year in Niger. Assuming the productivity of unmanaged natural forests at 0.5 steres per hectare per year (a commonly used figure) (4), the Nigérien population would already be consuming all the annual growth of its forest and part of the forest capital.

Another major "use" of the forest resource is land clearing for farming. Traditional agriculture in Niger is based on shifting cultivation. Areas used to be farmed for three or four consecutive years, and then the land would be left fallow for another seven, eight or more years in order to recover soil fertility. Pressures from increased population have led to a reduction in the number of fallow years resulting in exhaustion of soil fertility and eventual abandonment of the land. Thus, lands on steeper slopes which are more susceptible to

-----  
1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).  
2/ Mr. Amoul Kinni is Director of the Forestry and Land Use Planning Project, Niamey, Niger. Mr. Juan Sève is Technical Advisor, Forestry and Land Use Planning Project, Niamey, Niger.



erosion, are being cleared of brush and cultivated, and again, eventually degraded and abandoned.

It has been estimated by the Centre Technique Forestier Tropical (France) that Sahelian forest area is being reduced due to land clearing at a rate of 0.625 hectares per new rural inhabitant per year (2). Assuming the forest area of Niger at 14 million hectares in 1970, by 1986 it would have decreased to 13 million hectares. This indicates that an average of 65 thousand hectares would have been lost annually over this 16-year period. The total area of forestry plantations in Niger is currently estimated at 30,000 to 40,000 hectares. This reflects the minute impact of forestry efforts to date in stopping resource degradation.

Unfortunately, land clearing is not the only major cause of forest cover disappearance. Brush fires, livestock damage and indiscriminate wood harvesting are probably increasing the rate of forest cover reduction beyond these estimates. As an example, a study conducted at the Guesselbodi National Forest near Niamey indicated forest cover losses over the past 35 years varying between 35% and 60% depending on forest types (3).

Above and beyond the wood production and soil stability aspects, forest cover losses have other serious consequences in the areas of forage production, especially during the dry season; secondary food products, and the protection of prime agricultural lands from gully erosion by stabilizing water flows. Finally, the loss of tree cover decreases water infiltration thus inhibiting water table recharge.

In summary, neither the food needs nor the energy needs of Niger can be met in the long run without maintaining a healthy forest cover.

### Institutional Aspects

One of the factors affecting this land degradation process is in the land tenure institution in Niger. Historically, the use of common property land was assigned to individuals by village chiefs. More recently, these traditional customs were disturbed by norms established during the colonial period, and after independence as well. At present, written law and actual land use practice are clearly in conflict with each other regarding the forest resource. Even in National Forests (Forêts Classées), where usage rights are largely restricted by forest legislation, due to lack of enforcement,

these restrictions are ineffective. It is clear that traditional custom rights prevail and that forest land area is open for takeover by virtually anybody.

One advantage that Niger may have over other Sahelian countries is the existence of a well organized Forest Service (Direction des Forêts et de la Faune). This is a highly structured organization and its agents are for the most part quite competent and committed to the Service and the forestry profession. However, the Service's means have been and continue to be insufficient in terms of personnel, equipment and financing. This is particularly true regarding agents with university level training. At present, the Service counts with less than 20 agents of this level, including those on scholarships in foreign countries.

Another important institutional aspect deals with the relationships between the Forest Service and other public organizations. Historically, the Forest Service has had to work with various types of other services, mainly in the areas of agriculture and livestock. However, foresters often complain that this collaboration is a one-way street, always on the foresters' initiative and that the other services dealing with land use have little concern for problems of forest resource degradation.

A turning point may have taken place in May, 1984 with the "Engagement de Maradi sur la Lutte Contre la Désertification" (5). This is a resolution that was taken after a nationwide debate on the desertification subject. The major elements contained in this resolution are:

1. A clear awareness of the gravity of the debilitating effects of the desertification phenomenon on the land-based sectors of Niger's economy.
2. An awareness regarding the weakness of anti-desertification efforts applied to date and the consequent lack of results.
3. A statement of purpose focusing on three major long-term goals:
  - A) Ensure food self-sufficiency
  - B) Satisfy energy needs
  - C) Protect, restore and improve the environment.
4. A call for coordination of efforts between the population and the Government.
5. A commitment to elaborate a "rural" code.
6. Increase research and training in forestry and environmental disciplines.



7. A commitment to establish a master plan for control of desertification.

A planning document which defines the broad missions and guidelines for desertification control was discussed between the Government of Niger and major donor agencies in June, 1985 (6). The main conclusion of this meeting was that strategic goals as well as action programs in desertification control efforts must be integrated in global/multi-sector projects.

#### Past Forestry and Conservation Efforts

Throughout the history of Nigérien forestry, conservation efforts have been extremely modest as compared with resource degradation.

From the thirties until independence, population pressure on the resource was not perceived as important and there was no real awareness of land degradation. As a result, during this period, forestry efforts were concentrated in establishing National Forests (Forêts Classées), which presently cover an area of approximately 200,000 hectares, distributed in 65 National Forests. Furthermore, some very modest efforts in the field of usage restrictions (mise en défens) and reforestation were undertaken.

These types of modest efforts were pursued during the sixties. However, new orientations such as village woodlots and urban green belts began to appear, and in the early seventies major efforts of soil and water conservation took place. Additionally, in order to work towards the policy objective of reconstituting the forest area of the country (started in 1971) some enrichment plantations were made in National Forests.

As of 1981, there had been no major changes in forest policy. The major policy objective was stated as the "enhancement of a dynamic conservation of the national forest resource with the permanent concern of maintaining, by means of plantations, an adequate rate of afforestation in order to satisfy increasing requirements of fuelwood, service wood, protection of the environment, farmlands, man and wildlife" (4).

By this time, however, even though policies remained essentially unchanged, the nature and level of activities had changed dramatically due to the impact of forestry projects.

#### Current and Planned Conservation Efforts

The involvement of foreign aid projects in the forestry sector began in earnest in the early seventies, and by 1981, most Forest Service activities were driven by such projects.

Between 1972, and 1985, a total of 35 foreign aid projects had been involved in the forestry sector. Total expenditures in such projects amounted to 6.6 billion F CFA and funds committed for expenditure totaled 14.6 million F CFA. A brief analysis was conducted in order to review past and ongoing forestry projects with respect to their involvement in various types of activities. Results are summarized in the following table:

#### PAST AND ONGOING FORESTRY PROJECTS AS OF 1985

TOTAL No. OF PROJECTS: 35

TOTAL FINANCING: 14,581 MILLION F CFA

ACTIVITY	No. of projects involved		%
1. Reforestation	30		86
2. Natural forest management	5		14
3. Conservation, protection & agricultural support	22		63
4. Training	4		11
5. Research	1		3
6. Studies and surveys	5		14
7. Documentation	1		3
8. Planning	1		3
9. Equipment and infrastructure	2		6
10. Sensitizing, information and extension	10		29
11. Wildlife conservation and management	2		6
12. Secondary forest products	7		20
13. Legislation	0		0

From the table it is clear that most projects have been involved in reforestation. Considering that Niger has no more than 40,000 hectares of planted forests and that many of these plantations have yielded poor results, it is apparent that a shift in emphasis is needed.

In the field of natural forest management, only five projects have been involved. As of 1986, some of these activities are beginning to yield positive results. However, these efforts cover approximately 50,000 hectares, which is a very minor proportion of the nation's forest resource base. Considering the magnitude and importance of such base, together with the mixed results of plantations, this should be a major area of future emphasis.

In the field of conservation, protection and agricultural support, several projects have also been involved. These efforts have included dune fixation, firebreaks, live hedges, usage restrictions, surveillance, protection of natural regeneration, water harvesting, protection of stream banks and contour terracing. These activities have often been carried out jointly with reforestation work, some of which has been quite successful. Due to the widespread degradation of agricultural and forest land, these efforts need to be intensified.

The rest of the fields, except for sensitizing, information and extension show a low degree of involvement. Important activities such as research, documentation and planning have no more than one project involved in them.

In addition to the past and ongoing projects, the Government of Niger was proposing as of 1985 a total of 53 new forestry-related projects for a total funding of 28.4 billion F CFA. These newly proposed projects were also analyzed. The following table shows the results:

NEW FORESTRY PROJECTS  
PROPOSED AS OF 1985

TOTAL No.OF PROJECTS: 53

TOTAL FINANCING: 28,398 MILLION F CFA

ACTIVITY	No. of projects involved	%
1.Reforestation	23	43
2.Natural forest management	12	23
3.Conservation, protection & agricultural support	30	57
4.Training	3	6
5.Research	1	2
6.Studies and surveys	5	9
7.Documentation	1	2
8.Planning	0	0
9.Equipment and infrastructure	10	19
10.Sensitizing, information & extension	9	17
11.Wildlife conservation & management	4	8
12.Secondary forest products	3	6
13.Legislation	1	2

In comparing these proposed projects to the past and ongoing efforts, it is obviously clear that the level of activity is projected to be expanded substantially. The following observations can be advanced with respect to fields of activity:

1. Reforestation continues to be a very important activity, however, its relative importance is diminished;

2. Natural forest management is expected to receive a considerable increase in scope;

3. Conservation, protection and agricultural support continue to have a high level of importance;

4. The importance of training continues to be limited;

5. Research continues to be a weakness, although some improvement is expected, since one of the new projects will be 100% dedicated to forestry resesarch support and orientation;

6. In the field of studies and surveys, five new projects are expected to participate. Since the number of projects currently participating is also five, the relative importance in this field is diminishing. It is worth noticing that no new projects are anticipated to be involved in nationwide surveys, either in physical, biological, or socio-economic aspects. Only two projects are currently involved in nationwide studies in the forestry sector;

7. Only one project is currently involved in documentation and only one new project is expected to be involved in this field in the future;

8. No new projects are expected to participate specifically in the field planning. At present, only the FLUP Project is involved in this field. Very little has been done in Niger in the way of forest sector planning, either strategically or operationally. In order to establish and implement a long term forest policy for Niger, the planning function is indispensable;

9. Equipment and infrastructure activities should increase both absolutely and relatively. Aside from projects specifically dedicated to this type of activity, several others contemplate infrastructural support as part of their objectives;

10. In the area of sensitizing, information and extension, although the numbers indicate a decline, there are several new projects which are mainly concentrated on this type of activity. In the case of past and ongoing projects, these activities have been performed only as secondary elements within efforts having other main goals;

11. Wildlife conservation and management are expected to become considerably more active, while building upon past efforts;

12. Since the "Engagement de Maradi", there has been a great deal of talk about a "new" rural code to be developed in 1985-1986. However, there is no forestry project, either ongoing or new, involved in its preparation. This is definitely a void to be filled.

In summary, several of the "new" projects seem to be pointed in the right direction, although several weaknesses



remain. The most important of these weaknesses appears to be the lack of a long-term strategy to satisfy the forestry aspects of the goals laid out by the "Engagement de Maradi". This strategy should consist of the following major elements:

1. A substantial improvement in the understanding of Niger's forest resources;
2. An aggressive program of natural forest resource management;
3. A strong reforestation program with very specific orientations;
4. Expansion of soil and water conservation efforts;
5. A system of support structures to include training, research, planning support activities and studies, and documentation.

### Future Needs

As pointed out previously, Nigérien food and energy needs cannot be met in the long run without maintaining a healthy forest cover. However, despite considerable forestry and conservation efforts, Niger's forest resources continue to deteriorate at an alarming rate. A major weakness in the application of these efforts has been a lack of strategic perspective. Now that Niger benefits from the strategic goals of the "Engagement de Maradi", it is urgent to define the major elements of long term action that will permit the nation to attain those goals.

#### 1. Identification of resource characteristics.

Information is basic to any planning process, and forest land use planning is no exception. However, up to the establishment of the Forestry and Land Use Planning Project, no serious effort had been made in Niger to assess the forest resource situation in terms of total area, major forest types, wood volume, and growth and regeneration potential. As pointed out earlier, the official figure used for Niger's total forest area (14 million hectares) is an estimate which lacks any technical foundation. Although several qualitative descriptions of Niger's vegetational cover exist (1), only the work of the FLUP Project's Inventory Section has had a quantitative approach in an effort to determine areas and volumes of different forest types in different regions.

To date, the work of FLUP's Inventory Section has been focused on forest area and wood volume estimates by vegetation types within circles of 100 kilometer

radius around the major urban centers of Niamey, Dosso, Tahoua, Maradi and Zinder. The Section has completed its work in these areas and is currently working on estimating forest cover for the nation as a whole. The expected result, to be available in mid 1987, is a set of reports and maps in which the area information will be broken down by forest type and administrative unit (département, arrondissement).

Although this will be an excellent starting point for the strategic planning process, a substantial amount of additional information will be required. The following list of questions suggests the need for a much more aggressive effort in the resource information field:

1. What is the growth potential of each natural forest type?
2. What are the characteristics of manageable natural woodlands?
3. Where are the manageable natural woodlands located?
4. How much woodland is being cleared per year?
5. How much degraded forest land is there, and where is it located?
6. What are the characteristics of degraded areas which can be recovered for land use given certain inputs?
7. Where are these areas located?

The first four questions are currently being addressed by the FLUP Project. However, given the Project's completion date of 12/31/87, it is not certain that these questions will meet with satisfactory answers by that time. Regarding questions 5 to 7, the Project expects to outline methods of analysis, but does not anticipate producing concrete results in any substantial amount.

In summary, the work of the FLUP Project in the field of natural resources inventory, will resolve some basic information questions while leaving others unanswered. It is therefore necessary for the Government of Niger to find a way to pursue its resource information efforts after the Project is completed.

#### 2. Natural forest management.

Throughout history, it is the natural forest cover that has satisfied the Nigérien society's need for fuelwood, farmland, forage and soil and water protection. As such, it constitutes Niger's basic forest resource. Man-made forests, considering the high cost of their establishment and the mixed results obtained, cannot be counted upon as a



replacement for the natural forest; at best they can serve as a minor, albeit important supplement.

As the Nigérien population continues to grow, so does the need for various forest products and services. This increasing need coupled with the current lack of management leads to increasing degradation of the resource. If the Nigérien society wants to continue to satisfy these demands on a permanent basis, the cycle of degradation will have to be broken. Therefore, natural forest management should be the core of a future forest resource strategy.

Unfortunately, Niger's experience with natural forest management is quite limited. In fact, there is no information on concrete natural forest management attempts before 1980. The FLUP Project, through its Model Sites Section, has been a pioneer in this area with its work in the National Forests of Guesselbodi (5,000 hectares) and Gaya (10,000 hectares). The work of the FLUP Project is being used as an example for natural forest management activities undertaken by other donor agencies.

Based on growth figures for various types of Sahelian forests calculated by the Centre Technique Forestier Tropical (France) (4), and assuming current levels of wood consumption, it can be estimated that by year 2000, Niger would need 5.5 million hectares under natural forest management in order to satisfy its fuelwood needs on a sustained basis. If work in this field started immediately, this would require initiation of management activities on approximately 400 thousand hectares of forest each year. Unfortunately, the assumptions on which this result is based do not come from any rigorous analyses, and more serious calculations will have to be made in order to define a program. However, this gives an idea of how large a task lies ahead, considering that current natural forest management efforts are so limited and essentially experimental.

Aside from its magnitude, a nationwide natural forest management program would have to face several constraints, such as:

- a) An insufficient knowledge of the resource base;
- b) The limited area of National Forests (approximately 200,000 hectares);
- c) The anarchy in land tenure systems;
- d) Insufficient knowledge of management techniques adapted to Sahelian forests;
- e) Insufficient knowledge of markets, particularly fuelwood;
- f) Highly restrictive legislation;

- g) Insufficient personnel;
- h) Insufficient funding;
- i) An extremely low level of forestry research;
- j) Conflict between the Forest Service and other land use services.

The Nigérien Forest Service has been aware of several of these constraints for several years and some of them are being seriously addressed, such as the knowledge of the resource base, the need for a better understanding of fuelwood markets, silvicultural techniques and others.

Although the constraints need to be seriously reckoned with, there are several elements in Niger which would favor a nationwide natural forest management program. Among these, the following appear to be the most important:

- a) Despite its shortcomings, there exists a well defined body of forest legislation;
- b) A well organized Forest Service;
- c) A small but increasing number of well trained professional foresters;
- d) An official sense of urgency regarding the acuteness of the desertification problem (Engagement de Maradi);
- e) A well established government structure which encourages popular participation in decision making (Société de Développement);
- f) A large number of donors interested in the Sahelian environment.

Considering the urgency of the problem, the magnitude of the work to be done, and the constraints involved, a serious and constant planning effort will be required. This effort will not only have to define the major strategic orientations of a natural forest management program, but also analyze various alternatives of management practices, determine regional supply and demand balances for forest products, develop marketing systems for such products, determine which areas will be put into management at what time, address the institutional and social aspects of putting millions of hectares into management, develop proposals to obtain funding, etc.

All this work will require a planning organization with qualified personnel and analytical capabilities which the Forest Service has just begun to develop. In August 1986, the Forest Service established a planning office which is being supported by the FLUP Project. The Project's role is to assist this office in developing a complete forest land use planning process, covering both strategic

and operational aspects, and to train Nigérien professionals in planning disciplines. The process will include policy objectives, a sector strategy, a long range plan (year 2005), a mid-term plan (5 years), a system of detailed annual operational plans, and procedures for follow-up and updating, as well as the analytical and information systems necessary for the process to function. However, since the bulk of the planning work, particularly in the area of natural forest management will come after the FLUP Project's completion date, the process will have to be supported and improved to ensure its usefulness over time.

### 3. Reforestation.

Although there are no precise figures on Niger's reforested area, estimates vary between 30,000 and 40,000 hectares. This amounts to a minimal fraction of the nation's forest resources, even though most past forestry efforts have been concentrated in this type of activity. Considering the high cost of plantations in the Sahel, especially block plantations, it is important that policies and practices regarding reforestation be seriously reviewed. As an example, it is 10 times more expensive to produce a cubic meter of plantation wood in the Sahel than in the southern United States. This clearly indicates that future reforestation activities in Niger should be scrutinized much more rigorously than to date.

Apparently, the most successful reforestation efforts in Niger have been in support of activities with a broader scope, such as various forms of agroforestry, the recovery of degraded areas in conjunction with natural forest management, dune control, streambank protection, etc.

With its past experience, Niger has an opportunity to consider the pros and cons of different types of reforestation work. An evaluation study needs to be conducted on past reforestation projects, which should consider the following variables:

- Costs and benefits, both financial and social;
- Survival;
- Adaptability of species;
- Quality of planting stock;
- Stand development including growth, diseases and man-inflicted disturbances.

The study should cover different reforestation types to include block plantations, village woodlots, soil improvement plantations, windbreaks, live hedges, other agroforestry

plantations, soil conservation plantations and urban forests. From such a study, it will be possible to determine the types of reforestation activities having the highest chance of success and the species which are best adapted to various soil and climate conditions.

Reforestation must be an integral part of Niger's forestry strategy, but should be subjected to strict criteria regarding specific objectives and social profitability.

### 4. Soil and water conservation.

This is an area in which many projects have been involved in the past, and will continue to be involved in the future. As pointed out previously, many reforestation activities have been performed as part of soil and water conservation projects. Unfortunately, these efforts have not yet had a significant impact, since land deterioration continues at an alarming rate.

It is important to remember that Niger's economy is essentially agricultural and that the productivity of its farmlands has decreased dramatically over the past two decades. In many areas, productivity has decreased to the point that the land is abandoned. The various projects involved in soil and water conservation have shown that certain abandoned and degraded areas offer recovery potential through the use of simple technologies. Some of these are micro water catchments, rock dams for gully control, contour terracing, etc. These technologies, combined with reforestation and agricultural crops have given favorable results in various areas of the country. In addition, preliminary analyses reveal that these combinations of inputs can have substantial economic advantages (8).

Future work should concentrate on determining the types of degraded soils that offer reclamation potential, the area of such soils and their distribution throughout Niger. Additionally, an important effort of economic evaluation must be undertaken in order to identify optimal combinations of conservation practices, crops, trees, and intercropping patterns.

Concurrently with these analyses, extension work should begin in test areas to encourage the application of the techniques by villagers. These should be the first steps in the elaboration of a land recovery strategy which will require the joint participation of the Forest Service along with other public departments involved in land use.



## 5. Support structures.

Thus far in this section, the major building blocks of a forest resource strategy have been discussed. However, a strategy cannot become operational without a support structure that permits the acquisition and management of the information required in the planning process. Regarding this support structure, the most urgent needs in Niger are in the fields of training, research, planning support activities and studies, and documentation.

A. Training--Although there is an increasing number of university level professionals in the Forest Service, there are still less than 20. Training efforts need to be intensified, both qualitatively and quantitatively, to ensure the success of a forest resource strategy. However, the need for trained personnel as well as their fields of emphasis should be based on strategic priorities.

B. Research--At the present moment, this area has an extremely low level of activity. Niger has no independent forestry research programs, and research efforts take place within the framework of development projects. Therefore, a research program should be started practically from zero. In order to be successful, such program should respond to a specific mission, and support the fields of natural forest management, soil and water conservation and specific aspects of reforestation. The program needs to be provided with a permanent research staff and the necessary equipment.

C. Planning support activities and studies--Within the strategic planning process, a number of studies need to be conducted to develop and strengthen Niger's forest resource information base. One of these is the continuation of the nationwide forest resource survey currently being conducted by FLUP. In order to be useful, forest inventory information needs to be periodically updated.

Another study area of importance is the detailed inventory of the natural forest areas to be managed. Up to now, detailed forest inventories for management purposes have been performed only in three areas covering less than 50,000 hectares in total. In order to implement the natural forest management program discussed above, this type of work will need to be substantially intensified.

A third area of study is the economics of forest products. Only one nationwide study has been conducted in this field (7). This study addresses mainly marketing channels for fuelwood in Niger's main urban centers. Final results were published in 1986.

In order to define and project the supply and demand balance of Niger's wood economy, studies of this type need to be complemented with resource supply aspects in various regions, substitute sources of energy, and more efficient uses of fuelwood. Only then will it be possible to project the scarcity patterns and price pressures that will permit the preparation of sound policy decisions regarding wood supply and pricing. The FLUP Project will undertake the construction of a model of the Nigérien forest economy in 1987. However, the refining and updating of such model should remain an ongoing effort.

These are only a few examples of the most important study areas that are needed to support a planning process.

D. Documentation--At present, Niger's Forest Service counts with two documentation centers. One is located at FLUP and the other at the Direction of the Forest Service. These two units are in the process of getting organized. Eventually, they should blend into one and computerize their catalogs. Additionally, a strong program of acquisition of books, periodicals and documents dealing with Sahelian forestry should be undertaken, as well as the publication of a Nigérien forestry newsletter. The FLUP Project is currently working on all these areas.

## Conclusion

With the establishment of a planning office in the Forest Service, forest land use planning is now starting in Niger. By the end of 1987, it is expected that a complete and coherent planning process will be in operation. However, this will only be a first step. Clearly, the battle against desertification in the Sahel is to be fought over long years, and land use planning is a key weapon in such battle. Therefore, this planning process needs to be applied continuously and improved over time as new information, methods and technology become available.

Niger is aware of the importance of desertification and that its survival as a nation largely depends on controlling it. The seriousness with which Niger has started its land use planning process



reflects the nation's willingness to sustain the necessary efforts.

#### References

1. Bernus, E.; Hamidou, S.A. (eds.). Atlas du Niger. Paris: Editions J.A.; 1981. 64 p.
2. Catinot, R. En Afrique francophone l'avenir forestier se jouera dans le cadre du monde rural. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* 203:7-43;1984.
3. Chase, R.G. Personal communication; 1985.
4. CILSS/Club du Sahel. Analyse du secteur forestier et propositions - Niger. Sahel D(81) OECD - CILSS; 1981. Vol. I, II, & III.
5. Conseil National de Developpement - République du Niger. L'engagement de Maradi sur la lutte contre la désertification. Niamey: Imprimerie Nationale; 1984. 59 p.
6. MHE-Niger/CILSS/Club du Sahel. Plan directeur de lutte contre la désertification. Niamey: Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement; 1985. Documents I, II & III.
7. SEMA - Energie et al. Etude du secteur économique bois au niger. Niamey: Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement - Projet Forestier IDA/FAC/CCCE; 1986. Tomes 1, 2 & 3.
8. Sève, J.; Tabor, J. Land degradation and simple conservation practices. A case study in Niger. Unpublished; 1985. 13 p.

DR. HUGO MANZANILLA

Resumen--En este trabajo se hace referencia a la información que se requiere para diseñar sistemas silvícolas para un plan de manejo en los bosques tropicales de México. Incluye temas ligados con clasificación del uso de la tierra, potencial productivo, vegetación, tecnología de la madera, industria y mercado, fauna, el hombre y el sistema silvícola.

Abstract-- This paper makes reference to the information required to design silvicultural systems for a management plan for the tropical forests of México. It includes-- topic related with the different uses of the land, producti-- on potential, vegetation, lumber industrial and marketing - technology, the fauna, man and the silvicultural system.

### Introducción

En México actualmente no se cuenta con cifras confiables acerca de los recursos forestales tropicales, debido a que los datos de inventario nacional no son muy recientes y las áreas forestales se encuentran sujetas a cambios constantes de uso del suelo por la práctica muy generalizada de roza-tumba-quema entre la población.

Sin embargo, de acuerdo con los datos publicados por la Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura (1986), la superficie forestal arbolada (basada en datos oficiales) de selvas en el país es de 11.4 millones de ha., si esta cifra se compara con la proporcionada años atrás por la Subsecretaría Forestal y de la Fauna (1976) de 15.2 millones de ha., se puede suponer que han sido desmontadas en ese período 3.8 millones de ha., o sea 380 000 ha. por año en promedio. Si las cifras oficiales proporcionadas en 1976 y 1986 son correctas hablan por sí solas de la magnitud del problema, especialmente si se cuenta con que una gran mayoría de los suelos que se transformaron a otro uso, después de un corto período de tiempo, tres, cuatro años máximo, son abandonados, y en el mejor de los casos, invadidos por una vegetación de crecimiento secundario llamada acahual ó hubché en los trópicos mexicanos, misma que con el tiempo constituye las selvas, todo esto siempre y cuando no se hayan erosionado y degradado demasiado los suelos.

### Antecedentes

En México, como en los demás países en vías de desarrollo, se presentan una serie de premisas tales como altos índices de natalidad (2.3%) y desempleo una mayor parte de la población económicamente activa dedicada a actividades agropecuarias y forestales.

tales, bajo nivel de industrialización, etc., que ejercen una fuerte presión sobre la población y el gobierno para que se tenga un mal aprovechamiento de sus recursos naturales y lo peor, la destrucción de los mismos.

En el trópico mexicano, el problema es más grave aún, ya que los aprovechamientos forestales se han basado durante mucho tiempo en sólo dos especies forestales. Se aplican cortas selectivas sin haberse asegurado previamente la regeneración. Unicamente hasta muy reciente por presiones oficiales y por escasez de las preciosas, se han aprovechado otras especies que pueden variar en número de 3 a 15 ó más, según la región del país, y aunque esto si es un avance, el sistema sigue siendo por lo general extractivo además de que al no tenerse una industria integrada se desperdicia mucha madera.

La composición florística de los bosques tropicales, como es sabido, es muy rica y no es raro encontrar en las selvas más de 60 especies arbóreas por ha. con diámetros normales superiores a 7.6 cms. y más de 100 si consideramos el resto de la vegetación. Se sabe muy poco sobre los procesos de regeneración natural e inducida de muchas especies y menos aún sobre los de sucesión dinámica.

El sistema de roza-tumba-quema se practica desde antes de la conquista en el trópico mexicano, sólo que el tiempo de retorno se ha reducido notablemente por lo que se corre el riesgo de que desaparezcan algunas especies.

### Necesidades de información

Si quisiéramos reducir a una palabra mágica nuestras necesidades de información en los trópicos mexicanos ésta sería sin duda alguna "TODO", pero como a nadie deja satisfecho, trataremos de iniciar algunas de las cuestiones más importantes, tratando de ir de lo general a lo específico. Enfocadas principalmente a obtener información para diseñar sistemas silvícolas y planes de manejo.

1/ Documento presentado en la conferencia internacional y reunion de trabajo (Chetumal, Q. Roo., -- México. 25 - 31 de enero de 1987)

2/ Director del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias en Jalisco. INIFAP. Guadalajara, Jal.

## Clasificación del uso de la tierra

Mientras mayor sea la demanda de satisfactores derivados del bosque tropical, mayor será la urgencia e importancia que deba de dárseles a estas --formaciones vegetales en la planificación, tanto del uso del suelo como de los aprovechamientos de los productos que de él se deriven.

Desde hace muchos años las decisiones relativas al uso de la tierra se han basado más bien en una serie de factores políticos, sociales y económicos, sin considerar adecuadamente aspectos técnicos, debido principalmente a las fuertes presiones que ejerce la población. A pesar de que internacionalmente es conocido y aceptado que la mayor decisión es la que se hace con la participación de equipo multidisciplinarios.

La situación presente en los bosques tropicales exige métodos interdisciplinarios con técnicas --simples y económicas que permitan una rápida clasificación a nivel local y nacional.

La reunión FAO/PNUMA/UNESCO celebrada en 1982 en Roma, propuso un sistema de clasificación del uso de la tierra como sigue (FAO:MONTES 1983):

1. Tierras que han de dedicarse permanentemente a la agricultura.
2. Áreas críticas.
  - 2.1. Cuencas hidrográficas montañosas
  - 2.2. Áreas forestales con déficit de leña
  - 2.3. Áreas forestales en zonas con déficit de tierra agrícola
  - 2.4. Áreas forestales erosionadas
  - 2.5. Bosques sobreexplotados para la producción de madera
  - 2.6. Áreas forestales habitadas por poblaciones aborígenes que requieran una atención gubernamental particular
  - 2.7. Bosques remotos de accesibilidad reciente o inminente
  - 2.8. Áreas forestales en grupos pequeños
3. Áreas protegidas.
4. Bosques naturales principalmente para producción
5. Bosques naturales principalmente para protección
6. Áreas destinadas para bosques artificiales --(plantaciones)

Dada la dinámica de cambio que se tiene por la --fuerte presión demográfica y a la práctica "ordenada" el sistema de roza-tumba-quema en el trópico mexicano convendría agregar en áreas críticas: áreas de acahuales (vegetación de segundo crecimiento) con sistemas de roza-tumba-quema (agricultura migratoria).

Si tratamos de ubicar el uso de la tierra en las áreas forestales tropicales de México bajo el sistema antes citado, sin duda todas ellas quedarían clasificadas como áreas críticas en su gran mayoría.

Para mantener la información actualizada convendría utilizar fotos de landsat en la banda 7 (del infrarrojo cercano) que permite captar entre ----

otras muchas cosas la agricultura migratoria, --vista en gran conjunto.

## Potencial productivo

Es muy importante saber el potencial productivo de las áreas señaladas en la clasificación anterior, por lo que es muy conveniente determinarlo de una manera muy simple apoyándose en cartas de clima, fisiografía y suelos.

En la península de Yucatán por ejemplo, que es --una planicie de origen marino con suelos formados por rocas calcáreas, los diferentes tipos de suelos están íntimamente ligados a la fisiografía y a las condiciones climáticas.

La clasificación maya de suelos, de hecho, está --correlacionada con la fisiografía por lo que las imágenes de radar podrían ser sumamente útiles para laborar planos fisiográficos, de tal forma que pudiéramos determinar los diferentes relieves del terreno y así por ejemplo los suelos de T'ekel me nos productivos los encontramos en las partes superiores de las lomas. Es conveniente identificar también las áreas según su peligro de erosión al ser totalmente desmontadas.

## Plano base

El tipo de plano que se emplee debe permitir localizar mediante un sistema de coordenadas (sistema de cuadrícula), todos los cambios e información --que se recopilen derivada de muestreos, imágenes, actividades, etc., en un lugar determinado.

## Vegetación

Además de los datos generales de clasificación --usuales como selva alta perennifolia, selva mediana, etc., es muy importante tener información más precisa sobre las formaciones vegetales que se --presenten y así sería muy conveniente:

Etapas de desarrollo--Localizar en los planos base toda la vegetación de primero y segundo crecimiento en la zona, por etapas de desarrollo o de dinámica estructural. En la península de Yucatán, sobre todo en la zona ocupada por la población maya (la mayoría) se sabe con bastante precisión el número de años que se tiene sin cortar un acahual por lo que podrían clasificarse en etapas de desarrollo.

Calidad de sitio--Con base a las superficies y el tipo de vegetación que se tenga, se debe diseñar un sistema de muestreo que nos permita obtener información sobre los hábitos de establecimiento y crecimiento de las especies, así como las existentes (volúmenes, número de individuos, etc.) y la regeneración presente de las especies más importantes. Todo lo anterior, referido por tipo de --suelo, que puede servir como base para clasificar la calidad de sitio. De preferencia entonces debe

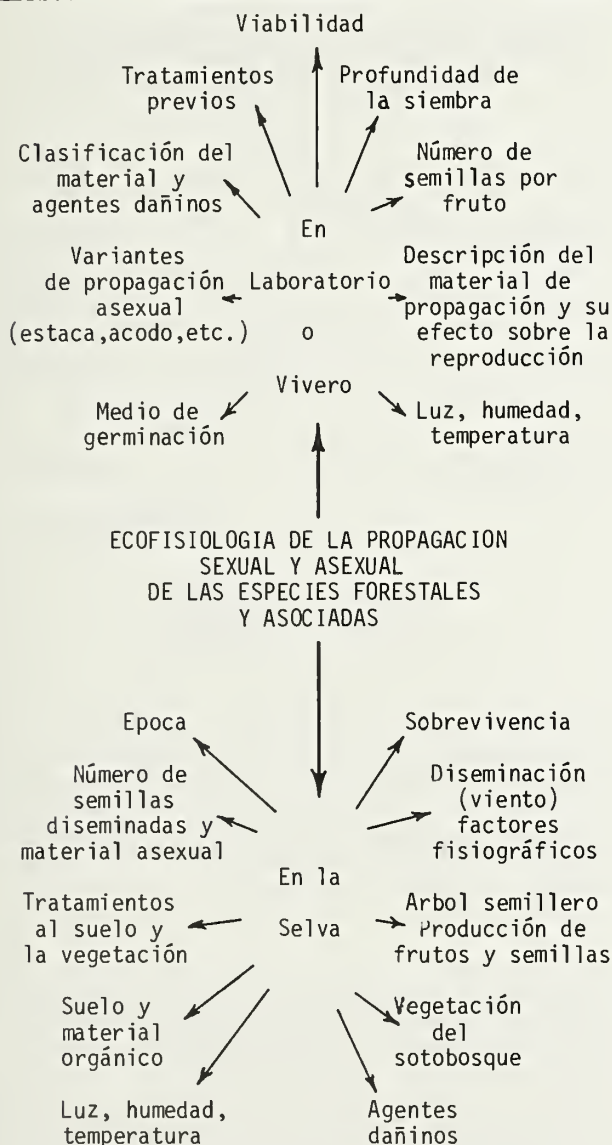


tomarse en cuenta la etapa de desarrollo del acahuahual, sin olvidar el tipo de suelo sobre la que vegeta.

#### Plan de aprovechamientos y actividades silvícolas

--Los análisis y las estimaciones sobre crecimiento y tipo de cortas deberán hacerse por calidad de estación, según las diferentes etapas de desarrollo, de tal manera que podamos crear modelos de crecimiento preliminares y elaborar programas de aprovechamiento así como de actividad silvícola en general.

CUADRO Núm. 1 Factores a tomar en cuenta en las investigaciones sobre propagación sexual y asexual.



Sitios permanentes de investigación silvícola e investigación de detalle--Con el fin de poder conocer con mayor precisión lo que está ocurriendo en el bosque, es necesario establecer una red de sitios permanentes de investigación silvícola --

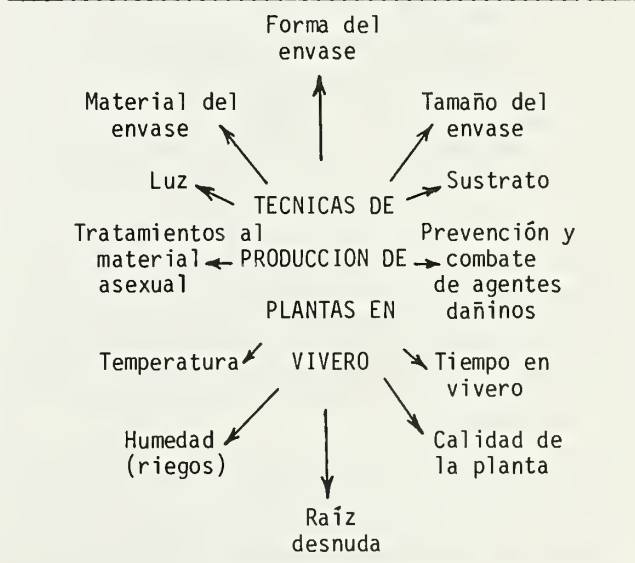
(Manzanilla, 1986) y sitios de control que podrían estar ligados a un programa de inventario forestal continuo, así como investigaciones en viveros y laboratorio, tales como:

Ecofisiología de la propagación sexual y asexual--Es necesario en las selva ó acahuales estudiar acerca de la fenología, diseminación de semilla--(vientos y otros factores), sobrevivencia de las plántulas, vegetación del sotobosque que compite con las plántulas, comportamiento de la germinación y de las plántulas en relación con luz, humedad y temperatura, tipos de estrato en condiciones naturales, efectos de diferentes tratamientos al suelo y la vegetación, reproducción asexual, etc. (Cuadro Núm. 1).

En ambientes controlados de laboratorio o vivero hay que estudiar viabilidad de la semilla, tratamientos previos, medios de germinación, descripción del material, de propagación y su efecto sobre la reproducción, variantes de propagación asexual (estacas, acodos, cultivo de tejidos), --agentes dañinos, etc. (Cuadro Núm. 1).

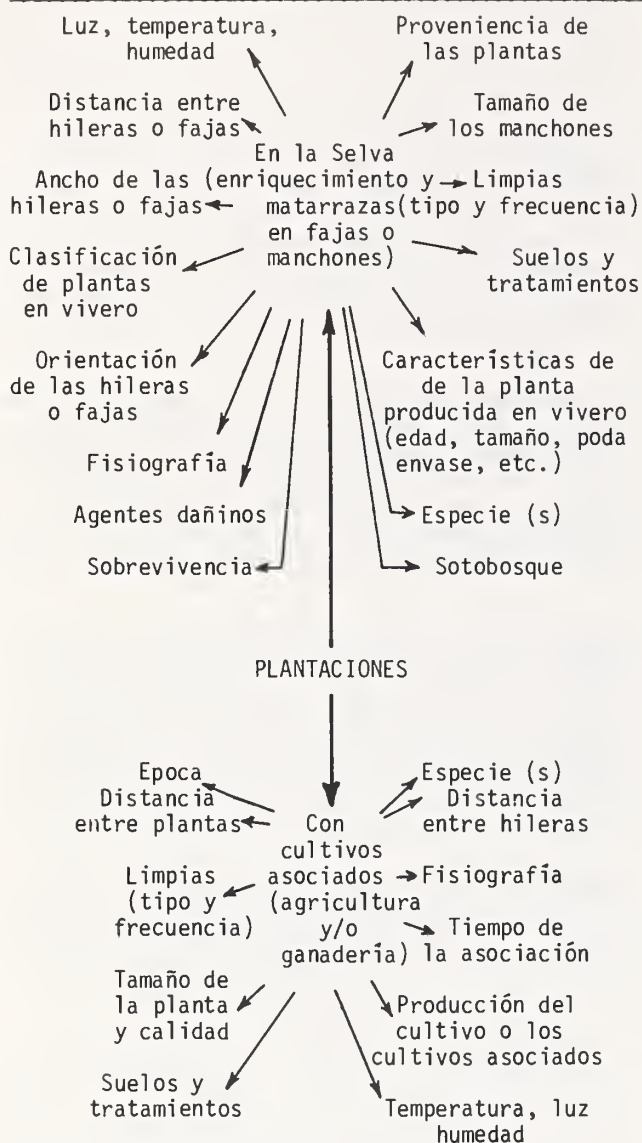
Técnicas de producción en plantas de vivero--Es necesario probar diferentes materiales, formas y tamaños de envases, tipo de sustrato, raíz desnuda, tratamientos previos al material asexual, --tiempo de la planta en vivero, luz, temperaturas, humedad (riegos), calidad de plantas, agentes dañinos así como su prevención y combate, etc. (Cuadro Núm. 2).

CUADRO Núm. 2 Factores a considerar en las investigaciones sobre técnicas de producción de plantas en vivero.



Plantaciones--Las plantaciones en los trópicos --pueden hacerse en terrenos abandonados por la agricultura y/o ganadería ó asociados con las mismas (Alli-Cropping, Alli-Farming) ó bien en selvas antes o después de las cortas, en fajas, manchones ó claros, (Cuadro Núm. 3).

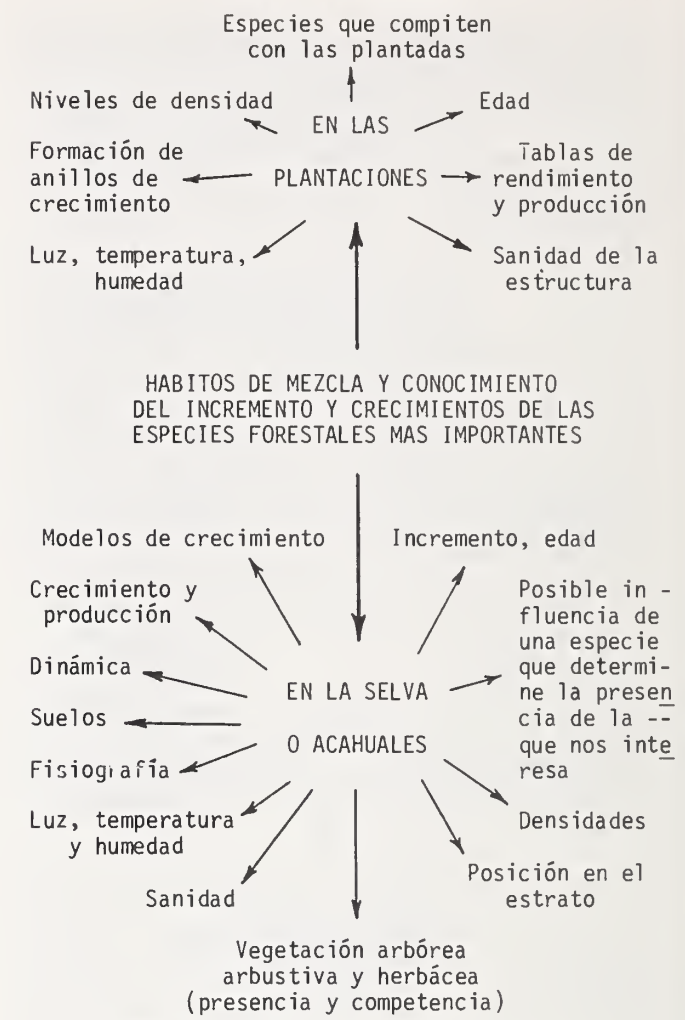
CUADRO Núm. 3 Factores a tomar en cuenta en las investigaciones relacionadas con plantaciones.



Cuando se trate de plantaciones con cultivos asociados (agricultura y/o ganadería), es necesario estudiar especies, mezclas, distancia entre plantas, distancia entre hileras, tamaño de la planta y calidad, efectos sobre los suelos y la producción, podas y limpiezas, ciclo de nutrientes, tiempo de la asociación, etc.

En plantaciones hechas para mejorar las composiciones de las selvas o acahuales es necesario saber acerca de: las características más adecuadas de las especies en cuanto a plantas producidas en vivero tales como, tamaño, tipos de intensidad de poda, luz, temperatura y humedad, regulada indirectamente a través de los anchos y orientación de las hileras o fajas y el tipo o frecuencia de las limpiezas, agentes dañinos, etc.

CUADRO Núm. 4 Factores más importantes a considerar en las investigaciones relacionadas con los hábitos de mezcla y crecimiento e incremento.

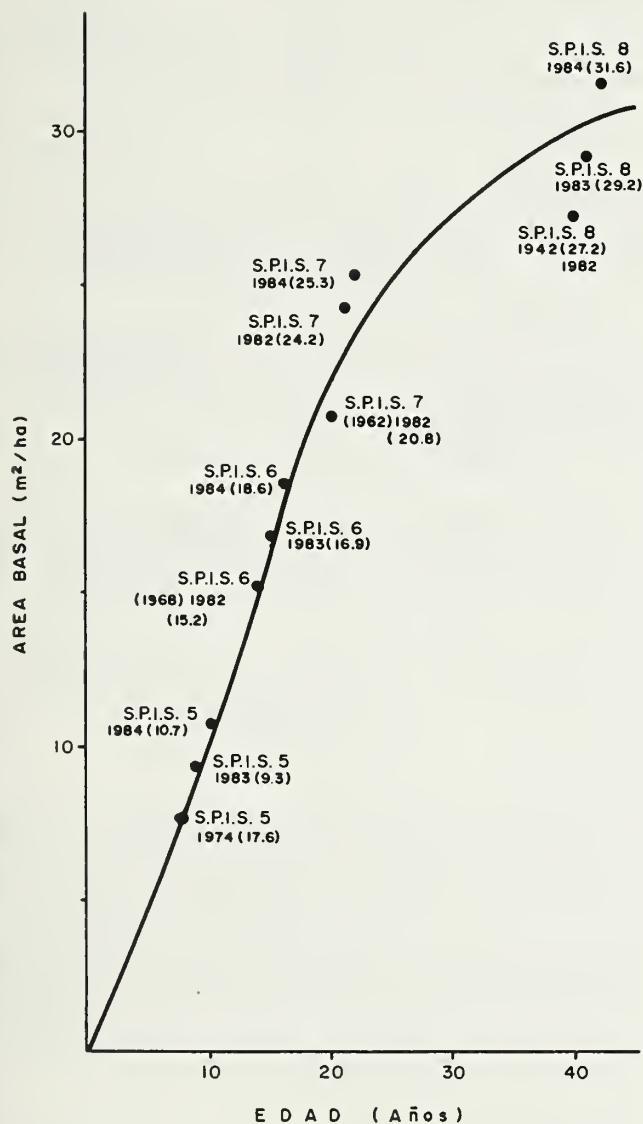


Hábitos de mezcla, incrementos y crecimiento--En la selva o acahuales, es necesario saber la relación de las especies con la fisiografía, suelos, luz, temperatura, humedad, posición en el estrato, plagas, enfermedades, formación de anillos de crecimiento, dinámica de las especies y estructuras arbóreas, modelos de crecimiento, etc. (Cuadro Núm. 4)

Es posible con la ayuda de sitios permanentes de investigación silvícola, en muy poco tiempo construir modelos de crecimiento (Manzanilla et al., 1987) (Gráfica Núm. 1), así como obtener información muy valiosa de la dinámica de las especies con porte arbóreo. Lo que nos indica que lo más fácil es tratar de conservar las masas dentro de un número no muy grande de especies por lo que las etapas próximas a las de regeneración son muy importantes.

Las investigaciones de Manzanilla et al (1987) nos indican que es posible a partir de regeneración natural, y mediante cortas y limpiezas periódicas favo

PERIODO	I. C. A. (m / ha)			
	S. P. I. S.			
	5	6	7	8
1982 - 1983	1.7	1.7	3.4	2.0
1983 - 1984	1.4	1.7	1.1	2.4
PROMEDIO	1.6	1.7	2.3	2.2



●: año de remediación

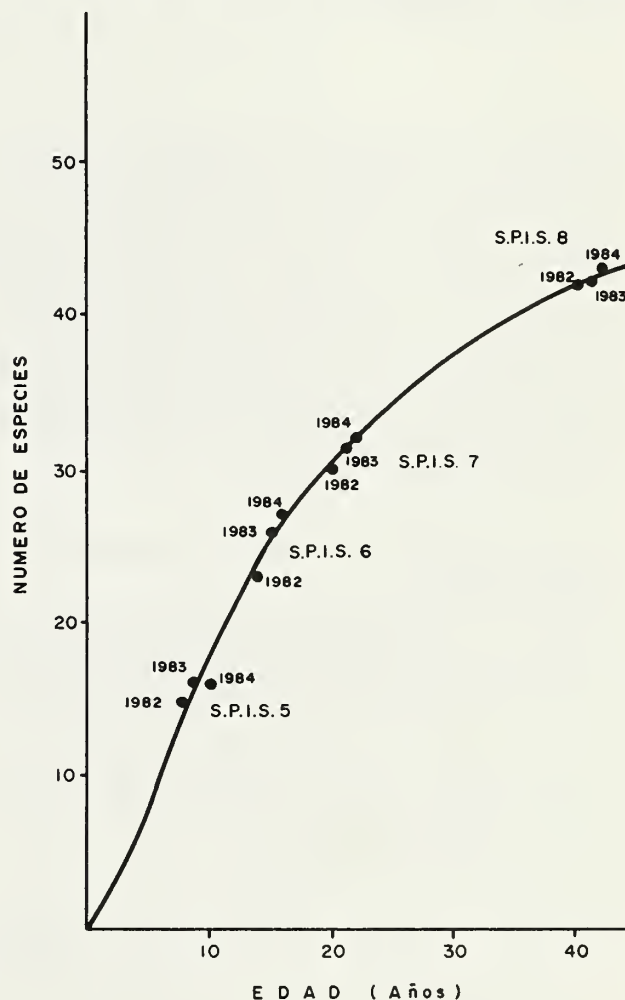
GRAFICA Núm. 1 Curva del incremento del área basal según la edad de los sitios no tratados.

recer el desarrollo de una sola especie sólo que - debido a la tendencia que se presenta en los acahuales de aumentar el número de las especies con la etapa de dinámica del rodal, no es muy recomendable tener una sola porque los costos son mayores así como los riesgos del ataque de plagas y enfermedades (Gráfica Núm. 2).

En las plantaciones es muy necesario conocer las - especies mejor adaptadas al medio, los niveles de densidad que deben tener según la edad, corroborar si la formación de anillos de crecimiento corresponden a ciclos anuales de incremento, elaborar tablas de producción y rendimiento, plagas y enfermedades que las atacan, comportamiento del crecimiento según el grado de mezcla, su relación con - suelos, luz, humedad, temperatura, etc.

#### Tecnología de la madera, industria y mercado

En términos generales se tiene un buen conocimiento del uso que se le puede dar a la mayoría de las maderas en el trópico mexicano, de lo que se adolece es de una industria integrada y sobre todo con procesos industriales que permitan el aprovechamiento de un mayor número de especies que las que -- tradicionalmente se emplean. El mercado nacional - no ha sido educado ni se le ha hecho la debida promoción a un gran número de especies que actualmen-



●: año de remediación

GRAFICA Núm. 2 Curva que se proyecta al relacionar edad de la estructura, con el número de especies con porte arboreo.



te tienen muchas posibilidades de ser aceptadas. - Es posible en algunos casos en pensar en la elaboración de carbón de un gran número de especies que no son utilizadas. Si fuera para uso industrial, - no sería necesario hacer estudios en cuanto a la toxicidad de sus gases, en tanto que para uso doméstico este tipo de estudios sería muy conveniente. Existe una gran demanda potencial de maderas duras tropicales en el extranjero en lo general, - sólo que por no tenerse la maquinaria adecuada no se satisfacen los controles de calidad que exigen.

#### Fauna

Este es un recurso muy poco atendido en general, a pesar de que se sabe de la importancia que tiene como: Alimento para los humanos, medio de dispersión de las especies y para mantener el equilibrio biológico de algunas especies que pueden convertirse en plagas y enfermedades. Las necesidades de información sobre este aspecto de los bosques tropicales es muy grande.

#### El hombre

Cualquier acción que se realice debe de ser para beneficio de la sociedad. El hombre, es el centro de todo lo que hagamos y cuidará y aplicará cualquier metodología que se le enseñe, siempre y cuando satisfaga sus intereses, de lo contrario no lo adoptará jamás, por lo que es muy importante se hagan los estudios y las camoañas que se requieren para conocer las tradiciones, costumbres, escala de valores y en general todo lo relacionado con los habitantes de las tierras forestales, para poder incorporar desde un principio cualquier actividad que no esté relacionada con su esquema tradicional de actuar, o aprender de ellos, como deben realizarse algunas actividades.

#### Sistemas silvícolas y manejo de los bosques tropicales y húmedos

La resultante de combinar todos los factores mencionados a lo largo de este trabajo, contribuirá sin duda alguna a diseñar los sistemas silvícolas y el plan de manejo de la región con bosques tropicales que se esté estudiando (Cuadro Num. 5).

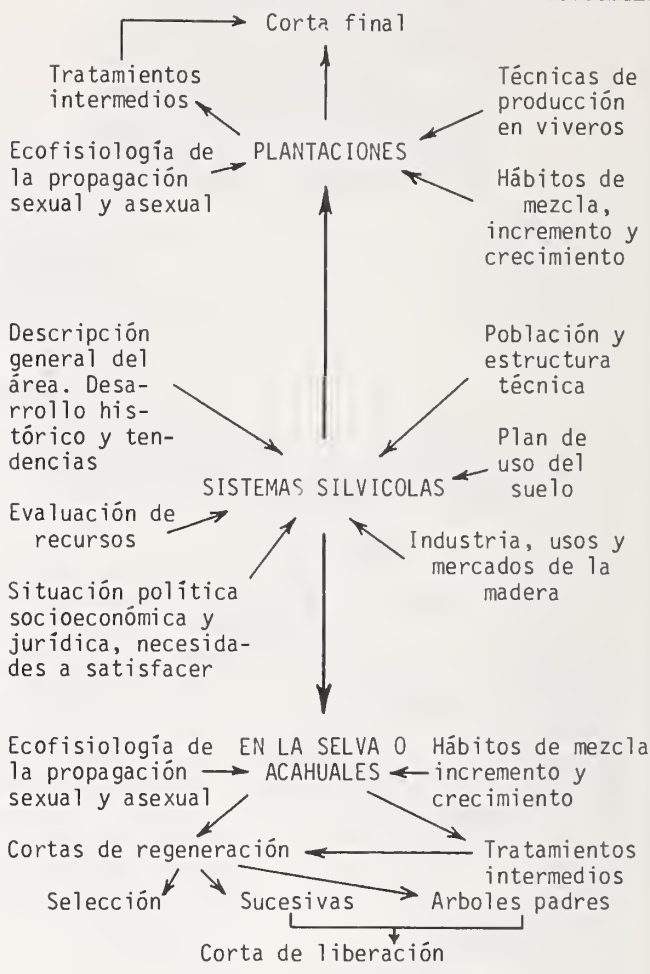
No es posible cultivar un bosque utilizando sistemas selectivos, extractivos, ni aunque se favorezca la regeneración natural con base en uno ó tres individuos por hectárea.

Deben tomarse algunas decisiones que concilien intereses del recurso, de los propietarios ó poseedores, de la industria y de la sociedad en general.

Lo más conveniente es pensar en trabajar con un grupo de especies que tengan hábitos de establecimiento, mezcla y crecimiento similares y que además puedan ser aprovechadas para un mismo tipo de industria.

En la medida que se tenga mercado para un mayor número de especies, se facilitará el cultivo y manejo de los bosques tropicales. En México en general

CUADRO Núm. 5 Factores a tomar en cuenta para los sistemas silvícolas que se propongan



se deberían buscar sistemas que consideraran la posibilidad de obtención de regeneración natural, antes del aprovechamiento de las especies que vayan a extraerse y tratar de enriquecer la composición de las selvas y acahuals por medio de plantaciones. En algunas zonas, ligadas con el sistema roza-tumba-quema podría utilizarse con muchas probabilidades de éxito plantaciones mediante el sistema Taungya buscando mezclar especies de múltiple propósito ó sea que produzcan madera, forraje y frutos en diversas combinaciones.

La complejidad de los procesos en las selvas son un reto a la inteligencia humana y a su capacidad para organizarse. Hasta ahora la victoria no se le ve muy cercana, especialmente si se ven las tendencias de destrucción en los bosques tropicales del mundo. El camino por recorrer aún se ve muy distante. En nuestras manos está que al final, no encontremos terrenos erosionados y degradados y una humanidad cargada de problemas de contaminación y hambrunas generalizadas, sino terrenos aprovechados de acuerdo con su capacidad de uso y bosques tropicales ordenados y productivos, en beneficio de todos los pueblos del mundo.

## Referencias

1. Cámara Nacional de Industrias Derivadas de la - Silvicultura. 1986. Memoria económica 1985-1986 CNIDS. México. 81 p.
2. FAO. MONTES. 1983. Conservación y desarrollo de los recursos forestales tropicales. Roma, Italia 131 p.
3. Manzanilla, H. 1984. Contribución al conocimiento del manejo de las principales especies forestales que vegetan en los ejidos del plan piloto forestal de Quintana Roo. Departamento de Manejo de Bosques Naturales. INIF. SARH. Guadalajara, Jal. México. 77 p. (Documento interno).
4. Manzanilla, H. 1986. Los Sitios Permanentes de Investigación Silvícola; un sistema integrado - para iniciarse en el cultivo de los ecosistemas forestales. Boletín técnico. INIFAP. SARH. México. 145 p. (En imprenta).
5. Manzanilla, H.; Baca N., E; Espinoza B., A. 1987 Comparación y selección de algunos parámetros - dasométricos para contribuir al conocimiento de la silvicultura y manejo racional de los acahuales y selvas del sureste de México. Boletín Técnico. INIFAP. SARH. México. (En imprenta).
6. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1976. Anuario estadístico forestal 1986. Programa nacional para el desarrollo forestal. SFF. SAG. - México D.F. 155 p.

DECISION MAKING PROCESS FOR ALLOCATING LANDS FOR  
COCOA PRODUCTION IN BELIZE (1)

James M. Corven (2)

-----  
Abstract - The expanded production of cocoa (Theobroma cacao) on small-scale family farms appears to have good potential as an economically sound and environmentally sustainable agroforestry system. A practical assessment process which includes technical and social parameters for selecting suitable cocoa sites is developed. The process has been applied in Belize and guidelines described.

Abstracto - La producción extendida de cacao (Theobroma cacao) en fincas familiares de pequeña escala aparenta tener un gran potencial como un sistema agroforestal económicamente bueno y medio ambientalmente sostenible. Se desarrolla un proceso de asesoramiento práctico que incluye factores técnicos y sociales para seleccionar sitios apropiados para cacao. El proceso se ha aplicado en Belice y se describen recomendaciones.  
-----

I. Background

The cocoa tree (Theobroma cacao) is believed to be indigenous to the northern Amazonian basin with three major lines known as foresterio, criollo, and Trinitario. It is believed that the Aztec and Maya cultivated cocoa for food and currency in the Central American lowlands for centuries. Belize is reported to have had over 10,000 acres distributed in all its districts including raised field cultivation in northern Corozal. (7,8)

Global cocoa production has been centered in West Africa with secondary producers in Asia and Latin America. Due to local political and economic difficulties in the African region the development of much new cocoa is shifting to Central America, Brazil, and the Pacific creating a need for careful land assessment and planning. Further, the improved methods being promoted to increase yields and income require cropping systems quite different from the traditional small (2-3 acre) cocoa holdings; land and resource use will be significantly modified.

II. Introduction to Cocoa

The economics of cocoa production appear to be very attractive for small family farms with suitable resources (land, capital, & labor) available. Using appropriate inputs and improved management practices a plantation can be established and maintained to provide an internal rate of return of 28% over 20 years. (1,2)

Cocoa occurs as an understorey species in a belt between 20 S and 20 N latitude in humid forest regions of less than 300 meters elevation receiving from 1,400 to over 2,000 mm of evenly distributed rainfall. Temperatures can be a limiting factor if the diurnal variation exceeds 11 C or if the annual range is outside 15 C to 27 C. Light intensity requirements increase from 20% up to about 80% as the tree matures and plays a major role in productivity as well as pest and disease occurrence. (10)

Although cocoa can be propagated vegetatively most plantations in Central America are using hybrid seed in on-farm nurseries which has both technical and economic advantages. New land is typically prepared by underbrushing secondary forest leaving moderate sized specimens of leguminous hardwoods and other productive species such as allspice (Pimenta officinalis). Shade is adjusted or artificially established by planting fast growing temporary species (eg. Musa spp., Bixa orellana, Leucaena spp.) where needed. Permanent shade includes desirable native species along with planted crop species such as coconut (Cocos nucifera), avocado

---

(1) Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

(2) James M. Corven is Director of Pan American Development Foundation's Accelerated Cocoa Development Project, Belmopan, Belize.



(*Persea americana*), soursop (*Annona muricata*), Madre cacao (*Gliricidia sepium*), and *Erythrina* spp. Species generally considered undesirable in association with cocoa include cohune (*Orbignya cohune*), *Cryosophila argentea*, and *Gmelina arborea*. (4,6)

As light (and temperature) is increased the nutritional requirements of cocoa increase as does the potential for water stress and pest attacks. Proper management of environmental factors (light, wind, and drainage) are the basis for effective pest and disease prevention and these factors must be carefully considered when assessing new sites.

### III. Assessment for Cocoa

Land assessment for cocoa includes several aspects all of which must be studied and interrelated in an evaluation. The following is a list of the major factors in addition to climate described above.

#### Soils & Topography

The selection of suitable soils for cocoa include assessing the fertility, depth, aeration, and drainage. Soil analysis should be in the following ranges (8,10):

pH	5.5 - 7.5
Org. matter	> 3.5 %
C/N ratio	> 9.0
C.E.C.	> 12 me/100 gm
Ca	> 8 me/100 gm
Mg	> 2 me/100 gm
K	> .24me/100 gm

Soils depth should provide a minimum of 1 meter of unobstructed root space and allow for satisfactory drainage. Water tables or impenetrable soil horizons above 1.5 meters should be avoided. Moderate slopes can improve drainage but soil depth must be sufficient. Flood prone or swampy lowlands are not suitable for cocoa.

#### Vegetation

Since cocoa is grown with various intercrops to provide shade, windbreaks, soil improvement, and secondary crops the natural vegetation is very important not only as an indicator of local conditions, but may be a valuable resource itself. Further, the maintenance of selected natural vegetation is critical in minimizing soil damage by excessive oxidation, erosion, and illuviation or nutrient loss associated with conventional land clearing practices. This is particularly important in the uplands and foothills where cocoa is often planted.

Hilly areas characterized by deciduous seasonal broadleaf forests or lowlands with evergreen and semi-evergreen broadleaf forests are often suitable areas. Lowlands and coastal areas with mixed herbaceous species or high swamp forests are not considered suitable. Previously cleared lands which are in fallow may be suitable but usually require establishment of artificial shade as described above. (3)

#### Cultural Suitability & Labor Resources

Local socio-economic factors are critical to the success of any farming system but especially so with long-term agroforestry. The agricultural history and traditional cropping systems must be compatible with cocoa. Tree crops may be very difficult if family economics can not endure the establishment period, if land tenure is not secure, or if labor resources can not be extended without adversely affecting subsistence production.

Access to affordable credit is often essential to establish improved cocoa production. Experience has shown that it takes from US \$250 - \$500 per acre to establish cocoa and \$200 - \$400 annually per acre to maintain it. This is exclusive of labor and varies according to the level (high or low) and type (manual or mechanized) of inputs. Cocoa will cover its annual expenses after the fourth year and gross about US \$ 850/acre/year after maturity. (1) Financing, therefore, may be a limiting factor for farmers without satisfactory cash flow from other crops or income during the establishment period.

Labor requirements for cocoa can be very compatible with the small subsistence farm since cocoa's care is spread over 12 months and has few intensive periods of work. For example, harvesting is a year-round process, pruning can be done after harvest, and fertilization done just before annual shade adjustment. Since these jobs can usually be done over a 2-3 month period the work can fit around other more restricted labor.

The establishment of new cocoa plantings under natural vegetation requires about 250 man-hours per acre for the first 12 months and about 140 man-hours/acre/year to maintain cocoa thereafter. Harvesting and on-farm processing requires about 18 man-hours per 150 pounds of dry beans. Since production is incremental after the third year and levels off at about 1,000 lbs/acre after maturity (year 10) the actual tasks performed change as the trees develop over time. (1)

The processing of cocoa involves only basic fermentation and drying and can be accomplished on-farm quite satisfactorily. In areas where the buyer is some distance from the farm this would be necessary to avoid high transport costs. (Dry beans weigh 38% as much as fresh beans and are less perishable.) If buyers are nearby, the farmer has the option of selling fresh beans at a lower price to avoid the processing work. The grade of cocoa is determined by the quality of fermentation and storage before marketing. Therefore, access to economical processing, transportation, and marketing facilities are vital to the suitability of cocoa growing areas and need to be included in any comprehensive assessment. Farmer groups should be considered of great potential value to fulfill each of these factors where private facilities are unsatisfactory.

#### Extension & Information

Cocoa is often considered a specialty crop with which the local extension service has limited capability. Nevertheless, access to good technical, economic, and marketing information is essential to the cocoa growers and must be available through either conventional agricultural sources or in some local "knowledge resource" such as established growers, cocoa buyers, or interested groups such as cooperatives or producer associations.

#### Conclusions

A comprehensive procedure for evaluating potential cocoa lands has been outlined and guidelines for applying this procedure have been developed. Field experience in Belize indicates this methodology is consistent with and complementary to conventional practices.

The information needed and the process used to assess lands for cocoa production is not unlike that for many other tree crops that must consider socio-economic and agronomic factors to properly identify suitable areas for development. Each factor can be individually studied but the relationships among them is equally important and the assessment must be done in an integrated fashion because while any one factor may have absolute limits which can not be exceeded, most values will fall in a range that can be compensated for by related factors.

1. Corven, J.M.; Cocoa Farm Economic Development Model. Belmopan, Belize: Pan American Development Foundation: 1985; 24p.
2. Corven, J.M.; Small-Scale Commercial Cocoa Production: A New Farming System for an Old Crop. In: Proceedings, National Research and Development Symposium of the Belize Institute of Agricultural Science; 1986 April 5-6; Central Farm, Belize; In preparation.
3. Corven, J.M.; Technical Analysis: Project Area Description and Suitability for Cocoa. In: Toledo Agricultural Marketing Project Paper. Belize City, Belize: USAID; Jan. 1987: 14p.
4. Corven, J.M.; Raisner, J.; Kather, M.; Cocoa Production in Belize: A Guide for Extensionists and Farmers. Belmopan, Belize: Pan American Development Foundation; March 1987: 110p.
5. Lass, R.A.; Wood, G.A.R.; Cocoa Production: Present Constraints and Priorities for Research. Technical Paper 39. Wash., D.C.: World Bank; 1985. 95p.
6. Martinez, A.; Enriquez, G.; La Sombra Para el Cacao. Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1984. 58p.
7. Muhs, D.R.; Kautz, R.R.; MacKinnon, J.J.; Soils and the Location of Cocoa Orchards at a Maya Site in Western Belize. Journ. of Archeological Science 12:121-137; 1985
8. Smyth, A.J.; The Selection of Soils for Cocoa. Soils Bulletin 5. Rome: F.A.O.; 1966. 76p.
9. Wilk, R.; The Ethnographic and Historical Setting of the Kekchi in Belize. Las Cruces, N.M.; In preparation. 36p.
10. Wood, G.A.R.; Lass, R.A.; Cocoa. London, England: Longman; 1985. 620p.



## DETERMINACION DE NECESIDADES DE INFORMACION

### RELATORIA DE LA SESION GENERAL

**MODERADOR:** Dr. Manuel Maass

**RELATOR:** Ing. Higinio Padilla García

Primeramente: Escuchamos la interesante ponencia presentada por el Sr. James M. Corven, denominada "Proceso de Toma de Decisiones para Asignar Tierras para la Producción de Cacao en Belice":

En ella expone las experiencias tenidas en Belice con la implementación de técnicas familiares para la producción de Cacao en pequeña escala, situación que en ese país ha tenido buenos resultados tanto desde el punto de vista económico como en el aspecto ecológico, situando a este cultivo como un producto agroforestal que permite la permanencia de la selva y aún su recuperación a través de los árboles "sombra" que requiere esta especie para un adecuado desarrollo.

Este sistema de cultivo está basado en un proceso de asesoramiento práctico, que toma en cuenta factores técnicos y sociales para seleccionar las áreas apropiadas para el Cacao: A este respecto expuso los rangos deseables de tipo de suelos, la vegetación con la que se puede asociar, resaltando que Gmelina arborea no es una especie compatible para el cacao así como el árbol de escoba, así también habló respecto al procesamiento, transportación y mercado de los productos finales del Cacao, así como de la transferencia de tecnología al sector campesino a fin de que este se pueda agrupar en cooperativas u otro tipo de organización.

En base a las preguntas y comentarios que en la mesa redonda hicieron los participantes al evento, aclaró que el Cacao es un cultivo que no requiere necesariamente efectuar quemas a la vegetación original y que al estar hablando de fincas Cacaoteras con participación familiar, los costos de producción son bajos, colocando a este producto como una alternativa viable económicamente hablando, ya que es un cultivo que genera todo el año actividad e ingreso para la población.

Segundamente, escuchamos también la interesante ponencia de las doctoras Laura Snook-Cosandey y Kathy Parker, leída por la primera de ellas y denominada "Necesidades de Información para Manejar los Recursos Naturales".

En ésta, se da un enfoque sobre las características de los países tropicales en el que resalta una colonización acelerada en las áreas selváticas, así como un subaprovechamiento técnico de sus recursos.

En su trabajo desarrolla tres ideas básicas para el manejo de los recursos que nos ocupan.

La primera se refiere a que el recurso natural es un producto de apreciación y utilización social, o sea que los recursos son sociales, en donde hay que evaluar las características y necesidades de la sociedad para el aprovechamiento de estos, ya que en ocasiones los técnicos tienen intereses sobre la selva diferentes a los de sus propios habitantes; La segunda se refiere a que la definición y evaluación de los recursos para llegar a su manejo son fases de un proceso, en donde además habrá de incluirse el planteamiento de objetivos, la obtención de información, el planteamiento de formas de manejo o aprovechamiento y el de información y capacitación entre los actores del manejo, siendo estos los técnicos, los campesinos y los políticos; La tercera plantea la implementación de modificaciones en los patrones actuales de uso a fin de obtener un desarrollo socioeconómico y evitar daños ecológicos.

Finalmente recomienda seleccionar los problemas prioritarios, mejorar las transferencias de tecnología, los procesos políticos y socioeconómicos y aprovechar las experiencias existentes en México, concluyendo que hay una capacidad de innovación muy grande.

Como tercer tema tratado en esta sesión tuvimos el expuesto por el Ing. Victor Sosa Cedillo. Denominado "Niveles de Información Necesarios para la Toma de Decisiones en el Manejo de Bosques Tropicales:" en él señala la problemática al no adoptar una clasificación de los diferentes niveles de información, de acuerdo a los objetivos y la cobertura de un estudio dado.

Subraya también otros niveles tales como los de planeación, de desarrollo industrial, de manejo y específicos. Resaltando los trabajos de Nyssonen, LIEA, FAO y Pringle entre otros.

Resalta lo que enfatiza la nueva Ley Forestal de México, aprobada en mayo de 1986, en el sentido de lograr la ordenación y regulación del uso del suelo, el



manejo integral de los recursos forestales y la protección y conservación del medio ambiente.

Señaló. Lo existente en México en lo que se refiere al Plan Nacional de Desarrollo, el Pronabose y los estudios específicos, - estos niveles tienen su aterrizaje a nivel estado y aún a nivel predio forestal.

Finalmente Recomienda:

Adoptar una clasificación de niveles de información.

Reorientar los objetivos del Inventario Nacional, de acuerdo a la nueva Ley Forestal.

Definir los conceptos e información a captar para los estudios de manejo integral.

En todo esto, destacó la necesidad de tomar en cuenta a los usuarios y tomadores de decisiones, cosa que en el mayor de los casos no se hace.

En la mesa redonda fueron escasas las observaciones, comentarios y preguntas a este tema, ya que a nuestro juicio fue tratado con bastante claridad.

Finalmente escuchamos el tema del Dr. Hugo Manzanilla, mismo que denominó "Necesidades de Información para el Manejo Adecuado de las Tierras Forestales Tropicales en México".

Señaló cifras que dejan ver el gran problema de la pérdida de selvas en el país mencionando que de 15.2 millones de ha. - en 1976, para 1986 solo existen 11.4 lo que en una simple operación que se haga, al ver el resultado en tan poco tiempo, - cualquiera se preocuparía.

Señaló los altos índices de natalidad de las regiones tropicales de México y los efectos de la Roza - Tumba - Quema.

En cuanto a las necesidades de información, menciona una palabra clave "todo", la que desglosa en:

- Clasificación del uso de la tierra, mencionando la propuesta por FAO/PNUMA/UNESCO en reunión celebrada en Roma en 1982.

- Potencial Productivo.

- Vegetación.

- Etapas de Desarrollo.

- Calidad de Sitio.

- Plan de Aprovechamientos y Actividades Silvícolas.

- Sitios Permanentes de Investigación -- Silvícola.

- Técnicas de Producción de Plantas en Vivero.

- Plantaciones.

- Hábitos en Mezcla, Incrementos y Crecimiento.

- Industria-Mercado.

- Fauna y

- El hombre.

Finalmente planteó que de la adecuada -- combinación de los elementos antes descritos se tenderá a diseñar los sistemas silvícolas y planes de manejo para las regiones tropicales, aspectos de suma importancia y que tanta falta hacen a los países selváticos.

Al igual que en la ponencia anterior no hubo comentarios por los participantes.

Vernon J. LaBau 2/

Abstract--This paper explains a cooperative, interagency multiuser, multiresource vegetation inventory, conducted in the Tanana River basin of Alaska in 1983 and 1984. Cooperative efforts on behalf of the Forest Service, and the Soil Conservation Service (U.S. Department of Agriculture), and the Geological Survey and the Park Service (U.S. Department of Interior), and the State of Alaska Department of Natural Resources are presented. The importance of beginning with a good assessment of information needs and ending with a complete and timely technology-transfer process is emphasized.

Abstracto--Este papel explica una cooperativa, interagencia de uso universal, inventario multirecursos de vegetacion, conducida en la cuenca del Rio Tanana de Alaska en 1983 y 1984. Esfuerzos cooperativos por medio del Departamento de Agricultura de los E.U., Servicio de Bosques, Departamento de Agricultura de los E.U., Servicio de Conservacion de Terrenos, Departamento del Interior de los E.U., Medicion Agrimensura Geologica, Departamento del Interior de los E.U., Servicio de Parques, y del Departamento de Recursos Naturales del Estado de Alaska E.U. estan presentados. La importancia para empezar con un buen informe requiere evaluacion, y para dar enfasis, termina trasladado con un proceso tecnologico completo y oportuno.

### Introduction

In Alaska, large expanses of remote land contain natural resources of interest to several governmental, private, and societal entities. Most of these areas are administered by Federal Agencies in the Department of Agriculture (Forest Service) and Department of the Interior (Bureau of Land Management, Fish and Wildlife Service, and National Park Service), or by the Alaska Department of Natural Resources.

The first step in managing these lands and the associated natural resources is to inventory the land area and resources. The manager needs to know how much exists and the nature of the resources.

Lund (5) notes six basic steps in designing and conducting inventories: (1) determining what information is needed, (2) determining what usable information is already available, (3) developing a plan for obtaining the information not available, (4) obtaining support, (5) implementing quality control, and (6) maintaining systems (I suggest that this step be defined as maintaining timely, precise, and accurate inventory and data-processing systems). I suggest another important step: (7) providing for timely transfer of the results and information to the users.

Because of recent budget constraints, ways are being explored for obtaining more and improved resource-inventory data for the money expended. In addition to the monetary constraint, legislative constraints have mandated that resource inventories be conducted cooperatively by Federal, State, and local public land-management agencies to reduce duplication of data collection and analysis, and thus save money. An example of legislation mandating cooperative efforts is the Soil and Water Resources Conservation Act of 1977, which directs the Secretary of Agriculture in Washington, D.C., through the efforts of the Soil Conservation Service and the Forest Service, to:

utilize information and data available from other Federal, State, and local governments and private organizations, and he shall coordinate his actions with the resource appraisal and planning efforts of other Federal Agencies and avoid unnecessary duplication and overlap of planning and program effort.

### The "Information-Needs Assessment"

The first, and probably most important, step in planning and carrying out an interagency, cooperative resource inventory is that of conducting a detailed information-needs assessment (INA). Some good procedures have been presented for conducting INA's (1,2). At least one such effort in tropical forest inventories has been documented (3). A good INA requires at least two meetings with cooperators and potential users of the information and data. Before these meetings, verbal and, where a formal agreement is

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Vernon J. LaBau is Project Leader, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Alaska Forest Inventory and Analysis Unit, Pacific Northwest Research Station, Anchorage, Alaska.

required, written contact should be made with the potential users and cooperators, outlining the Agency's plans for conducting the resource inventory. This contact should include a statement of goals, objectives, and scope.

At the first meeting, a study plan should be presented, including general inventory procedures, goals and objectives for the inventory, and the subgoals and objectives for the two INA meetings. All data requests should be encouraged as part of the INA; only in the final analysis will limitations and constraints be established, based on costs, available personnel, and facilities. Only needs that have a planned use and application should be presented; requests for "nice-to-know" information are discouraged.

The first meeting should include a facilitator who is skilled in getting participants to speak candidly and present as many information and data needs as they feel are appropriate, given the inventory scope and objectives. The initial goal should be to obtain a list of information needs. Participants are encouraged to consider their management or research needs and to articulate them in terms of information needs that might be met by collecting natural-resource inventory data. These data, when processed into information, should meet the management or research needs in some way. This first meeting may take 2 or more days, depending on the number of participants and the initial scope of the study plan. One of the last items on the agenda should be to set a date for the second meeting.

At the second meeting, participants should summarize data attributes that need to be collected to fulfill information needs. The information needs identified in the first meeting should be discussed and data to be collected or evaluated should be defined.

After the first meeting, a list of the information needs and the data attributes that were requested should be compiled by information groups and sent to all participants and the users reminded of the time, place, and date of the second meeting. The letter should emphasize the importance of their attending because data elements will be studied, priorities set, and finally, each element either included or excluded from the final list. Cooperators should also come prepared to state what contributions their Agency can make in money, personnel, and logistic or other support, to assure that their data elements are included in the final list.

At the second meeting, the agenda should include the evaluation of all data attributes required to meet the information needs. For example, if one of the needs identified in the first meeting was "Providing estimates of total live green and woody biomass existing on an average hectare of the various vegetation

classes," then some of the data attributes to identify at the second meeting might include:

- tree species
- tree diameter at breast height
- tree total height
- tree crown form
- tree crown relative to tree total height
- tree crown radius
- vegetation species (nontree)
- vegetation foliar cover by layers
- vegetation phenology status

The following subjects should also be discussed at the second meeting:

- o Evaluating existing data for adequacy.
- o Deciding on precision criteria needed--will data be collected at 1, 2, or 3 standard deviations, and to what sampling error?
- o Presenting techniques for collecting additional data. If no techniques exist, deciding whether they can be developed within time and money constraints of the study.
- o Deciding whether a data element is to be measured, estimated, or generated from other data.
- o Presenting conventions, constraints, and so forth, that need to be imposed on measuring or estimating a data element.
- o Highlighting sensitive data that would need special coding and handling for security, such as data provided by industrial users that might be useful to their competitors.
- o Summarizing which cooperators need the data, and their priority for data acquisition.
- o Deciding the formats (raw data, compiled data, maps) that will be most appropriate for users of the inventory information.
- o Estimating the cost in time and money for collecting, compiling, and analyzing data.
- o Summarizing cooperators' contributions of money, personnel, facility support, and so forth.
- o Finally, deciding within the constraints of scope, money, personnel, support, and available technical needs, which data attributes can be included and, thus, which information should be obtained.

#### Preparing the Cooperative Agreement

If the INA is done completely, as outlined above, and the participants come to the second meeting with the authority to commit money, people, and other support to the inventory, preparing a cooperative agreement should be fairly easy--simply a documentation of what has been agreed on during the INA process.

The cooperative agreement begins with a title, includes the subject of the inventory, and notes the cooperators. The opening text usually clarifies Agency names and determines how they will be referred to in the agreement.



Next is a background statement, explaining the need for the inventory, its applicability for users separately and with other Agencies; and the supporting legislation, regulations, and so forth. For example, an agreement between the U.S. Department of Agriculture, Forest Service, and U.S. Department of the Interior, Geological Survey (USGS), reads:

WHEREAS, the USGS's National Mapping Division has responsibility for topographic land use/land cover mapping in the United States; and

WHEREAS, the Secretary of Agriculture (USDA) is directed to "establish an integrated system capable of using combinations of resource data to determine the quality and capabilities for alternative uses and to identify areas of local, state and national concerns and related roles pertaining to inventory of vegetation, soils, and other natural resources;" and

WHEREAS, the USGS and the U.S. Department of Agriculture (USDA), Forest Service (FS), through the five agency ad hoc committee and Interagency Agreement of 1978 are committed to cooperate in the exchange of resource information; and....

Other appropriate "WHEREAS's" follow until:

NOW THEREFORE, in consideration of the above premises, the parties hereto agree as follows:

At this point, specifics of the agreement are presented. Here, the cooperative agreement includes lists of what each Agency agrees to do in terms of data collection, compilation, analysis, technology transfer, or in support with techniques development, money, personnel, or facilities. These lists should show what each Agency agrees to do independently, and then a separate list shows what is to be done mutually by two or more cooperators.

The list of action items might appear as follows:

USGS SHALL:

1. Provide the Forest Service with assistance in selecting the best Landsat scenes for the inventory unit.
2. Provide access to the USGS computer system in Anchorage for Forest Service personnel for classifying the Landsat scenes,

and so forth, identifying all USGS action items. Then Forest Service action items are identified:

THE FOREST SERVICE SHALL:

1. Provide payment for all Landsat computer-compatible tapes needed for the study.
2. Provide payment to USGS for computer costs incurred to complete the inventory unit vegetation classification;

and so forth, identifying all Forest Service action items. Then the action items requiring mutual involvement are identified:

IT IS MUTUALLY AGREED THAT:

1. Nothing herein shall obligate the Forest Service or USGS to expend money in excess of appropriations authorized by law and administratively allocated for this work.

Several "mutually agreed on" action items, covering everything from expenditure of funds to work safety, liabilities, and so forth, are usually identified.

A final sheet of the agreement has places for dates and signatures of the appropriate administrative officers.

Date	I. M. Mapping, Chief National Mapping Division USDI Geological Survey
------	-----------------------------------------------------------------------------

Date	U. B. Writing, Director Pacific Northwest Research Station USDA Forest Service
------	-----------------------------------------------------------------------------------------

Generally, after the first draft of the agreement is prepared, 2 to 3 months are needed to get all cooperators to agree on language and obtain administrators' signatures. More time may be needed when several cooperators must agree, or when the inventory is very complicated. Several dual cooperator agreements may be easier to obtain than one general agreement. This was true with the multiagency, multilevel, multiresource inventory cooperative agreements for the Alaska Integrated Resource Inventory System.

## Implementing a Cooperative Agreement in Alaska

In 1982, a decision was made to conduct a multiresource inventory of the renewable resources on forest and rangelands in the Tanana River basin in Alaska. Because of the legislative mandates of the Federal and State governments, the inventory would be attempted with multiagency participation. A list of possible cooperators was compiled, and letters were sent to each, explaining the intended study and asking them to participate in assessing information needs.

Some of the Agencies invited to participate with the Anchorage Forestry Sciences Laboratory included: U.S. Department of Agriculture (Soil Conservation Service, Forest Service--National Forest Systems and State and Private Forestry); U.S. Department of the Interior (Bureau of Land Management, National Park Service, Fish and Wildlife Service, Geological Survey); Alaska Department of Natural Resources (Division of Geologic and Geophysical Services, Division of Forestry); Alaska Department of Fish and Game, and representatives of the Alaska Native Corporations.

Two INA meetings were held and a set of information criteria was decided on for evaluation, as well as a summary of data elements needed for conversion to information. Priorities were set on data requests, cooperators' proposed contributions to the effort were evaluated, and lists of information and data elements to be gathered were recommended by the group.

Those agreeing to contribute personnel or money included Soil Conservation Service, the Forest Service's Pacific Northwest Research Station and Region 10 National Forest Systems, and Alaska Division of Geological and Geophysical Services. All requested raw data, compilations of data, and analyzed reports as conditions for participation. Cooperative agreements were written among these Agencies. The Geological Survey agreed to share in-kind computer time and training expertise on their Landsat classification equipment if the classified scenes would be made public domain in their data libraries. A separate cooperative agreement was prepared to facilitate this agreement.

Informal agreements were made with the Fish and Wildlife Service (adhering to their endangered species protection criteria), and with the National Park Service (allowing vegetation inventory plots to be established for the first time in the National Parks in Alaska). Agreements to include the Bureau of Land Management and the Alaska Department of Fish and Game in the publication review process were informally enacted.

Over the next 2 years, about 34 million acres were cooperatively inventoried in interior Alaska using a sampling design called the Alaska Integrated Resource Inventory System (AIRIS). The AIRIS design (4) used four sampling phases. The four phases used Landsat multispectral scanner classified data, high altitude (1:60,000 scale) color infrared photo data, low altitude (1:3,000 scale) color infrared photo data, and ground-plot data. The field inventory work was completed within the desired time and cost and provided the cooperators with data and information that could not have been obtained had the cooperators operated independently.

## Transfer of Information to the Cooperators

The final and most important part of a cooperative agreement is the timely transfer of useful data and information to the cooperators. If cooperators obtain the information they requested in a timely manner and find that the data or information is what they had expected, they likely will agree to future cooperative efforts. In the cooperative agreement, the user or cooperator must clearly state their needs and anticipated uses so that expectations of results are the same as those of the person initiating the agreement. If a good understanding of these needs is generated in the information-needs process, the cooperators should not be disappointed in the data or information they receive at the end of the study.

In the AIRIS study, all cooperators who assisted with money, personnel, or facilities received copies of the Landsat classified scenes, Landsat classification summaries, high and low altitude photo classifications, as well as summaries of all ground-plot data. Also, reports analyzing these data and presenting the information were reviewed by the cooperators before publication.

For work still remaining, any unpublished, in-office reports will be shared with all users, unless sensitive results are included. Sensitive information should be released only with the consent of all cooperators. All cooperators generally are given access to all data files and analysis considerations, as long as the material has not been determined to be sensitive data or information.



## Summary

A cooperative agreement between two or more agencies about conducting natural-resource inventories is fast becoming a standard method of doing business. Recent limitations of budgets and personnel mandate that Agencies cooperate in collecting, processing, and analyzing data of mutual interest and need or on lands where more than one party is interested in obtaining information.

Cooperative efforts become increasingly complex as more and more users join the effort, and as information needs increase. Therefore, careful planning is needed, beginning with a thorough assessment of information needs. Considerable attention must be given to both technical and political aspects throughout the study. When several cooperators contribute to different aspects of data collection, special attention must be given to uniform techniques.

Likewise, provision must be made for joint quality-control teams to visit the field crews and evaluate data accuracy during fieldwork. All this must be done with one eye on administrative politics. Political tact can be one of the most important success factors.

Finally, compilation and analysis of the data into information areas must be timely and done with the user's participation and with the needs of the user in mind. The transfer of technology and information transfer will be crucial if future cooperative efforts are expected.

Cooperative efforts are particularly appropriate in tropical forest inventories where common interests exist between or among several management agencies or information-user groups. Tropical-vegetation inventories will become increasingly important to multiple users as more and more is learned about how these forests relate to worldwide ecology. The importance of cooperative efforts will also become more important as an integral part of the vegetation-inventory process in tropical forests.

## References

1. Hoekstra, Thomas W.; Joyce, Linda A. 1990 multiresource assessment needs. In: 1985 FIA techniques coordination workshop notes; 1985 September 9-12; Santa Fe, NM. [Letter 4810 Forest Inventory and Analysis, October 11, 1985, on file at Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.] 11 p.
2. Joyce, Linda A.; Hoekstra, Thomas W. A national perspective on information needs from inventories. In: Lund, H. G., ed. Preparing for the 21st century, proceedings of the forest land inventory workshop; 1984 March 26-30; Denver, CO. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Timber Management; 1984: 218-227.
3. Kempf, Gary S.; Lopez, Cesar. The comprehensive resource inventory and evaluation system (CRIES) in the Dominican Republic. In: Proceedings, the 1st International Rangeland Congress; 1978 August 14-18; Denver, CO. Society for Range Management; 1978: 493-495.
4. LaBau, Vernon J.; Schreuder, Hans T. A multiphase, multiresource inventory procedure for assessing renewable natural resources and monitoring change. In: Proceedings, Renewable resource inventories for monitoring changes and trends; 1983 August 15-19; Corvallis, OR. Corvallis, OR: Oregon State University; 1983: 456-459.
5. Lund, H. Gyde. A primer on integrating resource inventories. Gen.Tech.Rep. WO-49. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Timber Management; 1986. 64 p.



DETERMINING DATA NEEDS FOR RESOURCE INVENTORIES AND  
RIVER-BASIN PLANNING IN ARID AND SEMI-ARID REGIONS:  
THE CASE OF THE JUBBA RIVER VALLEY IN SOUTHERN SOMALIA 1/

Richard Z. Donovan and Robert E. Tillman 2/

---

Abstract--Four different research and development organizations have cooperated in determining data needs for a resource inventory and assessment prior to the construction of a multipurpose dam on the Jubba River in southern Somalia. An approach to socioeconomic, environmental, and land-use assessment has been developed that incorporates Somali development priorities, peer review, a three-phase approach to field investigations and reporting, and the development of a system for long-term monitoring. Somali capabilities are being improved for socioeconomic research, water-quality testing and monitoring, archaeological research, and fisheries resource assessments. Interim reports provide information for the purposes of dam design and construction. Final reports will be used for master planning and the establishment of guidelines for river-basin development.

Abstracto--Cuatro distintas organizaciones de investigación y desarrollo han colaborado en la determinación de las necesidades de información para un inventario de los recursos biofísicos y socioeconómico anterior a la construcción de una represa de propósito múltiple en el río Jubba en el sur de Somalia. Se ha desarrollado un marco de asesoramiento socioeconómico y ambiental en que se incorporan las prioridades nacionales de desarrollo, la revisión participativa de los datos generados, una investigación y reportaje en el campo de tres fases, y el desarrollo de un sistema de monitoreo de largo plazo. Se está mejorando la capacidad de los Somalís en la investigación socioeconómica, muestreo y monitoreo de la calidad del agua, asesoramiento de los recursos pesqueros y la investigación arqueológica. Los informes interinos proveerán información utilizada en el diseño y la construcción de la represa. Los informes finales serán aplicadas al plan maestro y en el establecimiento de pautas en el desarrollo de la cuenca hidrográfica del río.

---

## Introduction

Since September of 1985, Associates in Rural Development (ARD), Inc., has been implementing a resource inventory and river-basin assessment in the Jubba Valley of southern Somalia, called the Jubba Environmental and Socioeconomic Studies (JESS). JESS receives funding and cooperation from the U.S. Agency for International Development office in Somalia (USAID/Somalia) and the Ministry of Jubba Valley Development (MJVD) of Somalia.

---

1/ Paper contributed to the proceedings of the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Richard Z. Donovan is a natural resources management specialist and Robert E. Tillman an environmental scientist for Associates in Rural Development, Inc. (ARD), P.O. Box 1397, Burlington, Vt. 05402. The authors acknowledge the pioneering field work of JESS field staff Ian Deshmukh, Kathryn Craven, James Merryman, and Drannon Buskirk, as well as JESS consultants R.M. Watson, William Jobin, and Earl Meredith, and the support of USAID/Somalia and the Ministry of Jubba Valley Development.

The Board on Science and Technology for International Development (BOSTID) of the U.S. National Research Council has organized a group of distinguished scientists in order to provide advice to USAID/Somalia and a peer review function for ARD scientists. A five-person ARD team (river-basin assessment specialist, ecologist, anthropologist, development economist, and administrative coordinator) is implementing this three-year resource inventory and assessment with assistance from short-term consultants in hydrology, public health engineering, water quality, botany, ornithology, data-base management, land tenure, limnology, fisheries, aquatic ecology, remote sensing, and agricultural ecology. The assessment is divided into three phases:

- Phase 1--six months focused on detailed design of inventory and assessment and start-up of field activities;
- Phase 2--two years of primary data collection in Jubba Valley; and
- Phase 3--six months of data analysis and final report preparation.

At this writing, the team is in the middle of the first year of phase 2.

Many river-basin-related assessments have taken place throughout the world in arid and semi-arid regions. This paper will focus on the design of the JESS field studies and the unique aspects of ongoing or envisioned studies.

#### Characteristics of the Jubba Valley and Baardheere Dam

The Somali government is in the midst of planning construction of the high dam at Baardheere, 500 km from the mouth of the Jubba River in southern Somalia (fig. 1). This 75-meter-high concrete dam

will impound an estimated 3,500 million  $m^3$  water in a 160-kilometer-long reservoir with a rough total area of 550  $km^2$ . Average annual discharge of the Jubba River is 6,000  $mm^3$ , or roughly 200  $m^3/sec$ . Discharge variations in this semi-arid region (average rainfall--350 mm) are great, ranging from a low flow of 11  $m^3/sec$  to an estimated flood of 2,300  $m^3/sec$ . Of the 220,000  $km^2$  catchment, only 35% is in Somalia. The remainder of the catchment is in Ethiopia (61%) and Kenya (4%). The major purposes of the dam are hydropower (105 megawatts) and flood control, although an option for irrigating 175,000 hectares has been considered in dam design.

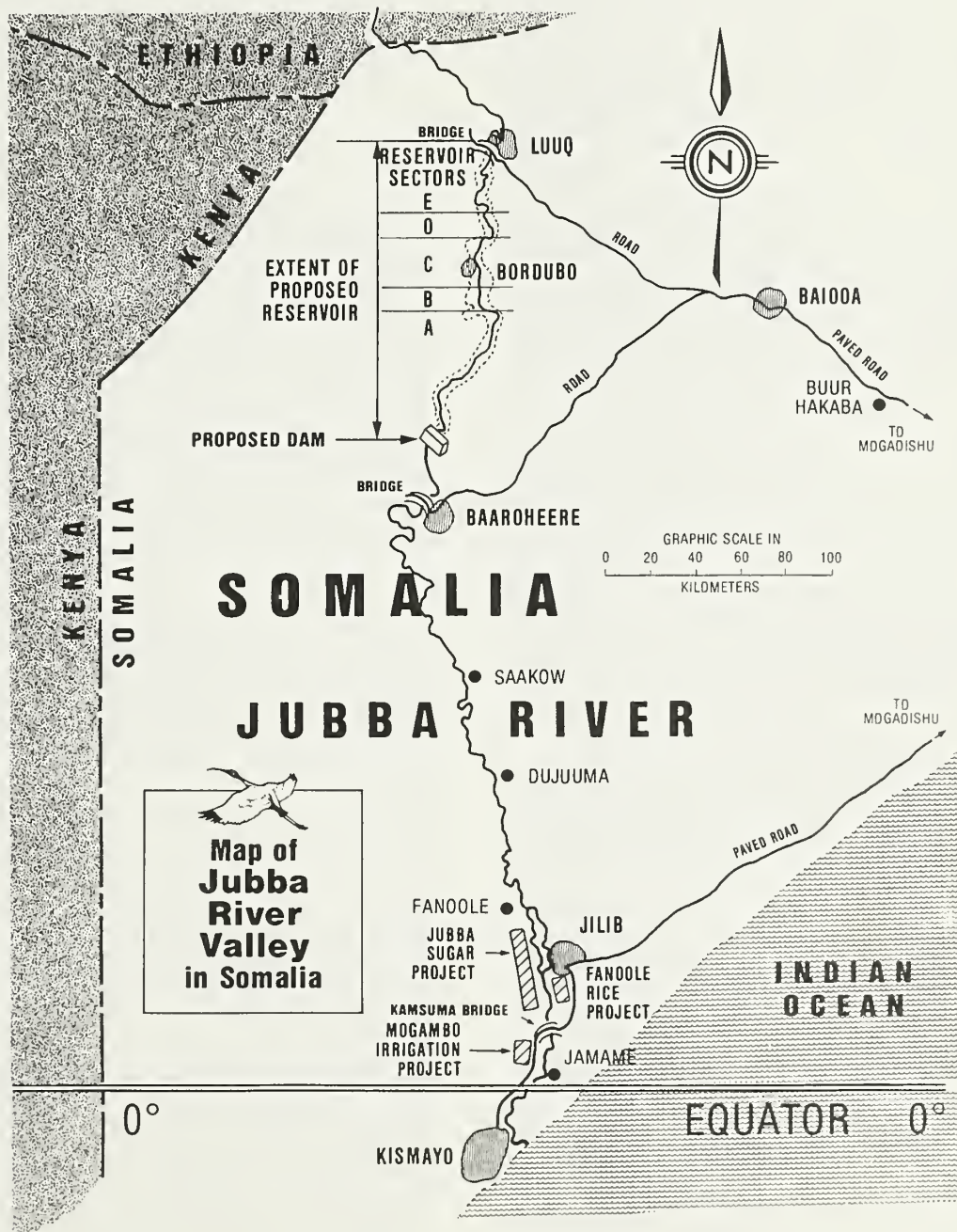


Figure 1--Map of Jubba River Valley in Somalia.



The Jubba Valley is sparsely settled, with an estimated population of under 250,000 people. Since there has been only one census in Somalia, this estimate is rather crude. Valley residents are either farmers or agro-pastoralists. Over 60% of Somalia's population of 4 million are pastoralists, but do not live in the Jubba Valley because of high tsetse fly infestation. However, migratory routes pass through the valley, and the valley is an important source of water and forage during periods of extended drought. Irrigated banana plantations started during the Italian colonial period (roughly 1891-1960) are found in the lower valley, and bananas are exported to Italy. The government has implemented large state irrigations schemes for sugar, rice, and bananas. Industry and commerce are very limited in the valley, as are government services. Transportation is poor to northern and southern ends of the valley and is reduced to dry-season vehicle tracks in the middle Jubba section. Four-wheel drive vehicles are a necessity throughout most of the valley.

Climate is semi-arid with bimodal rain periods, May to June and October to December, and average annual temperatures are above 28°C in most of the valley. Vegetation is savanna scrub and open woodland dominated by Acacia species. Small pockets of gallery or riverine forest remain, but appear to have been decreasing significantly each year due to agricultural clearing.

Riverine and estuarine fishery potentials are unknown and apparently under-exploited. The river does not have a large estuarine area and lacks a delta. The coastal area is one of three areas of oceanic upwelling, with powerful lateral currents and a vastly under-exploited coastal fishery.

#### General Scope of JESS Activities

A unique aspect of JESS is that, by direction of the Somali government, the activity does not permit consideration of a no-dam option. Therefore, the principal task is to gather baseline data for master planning and to make recommendations for optimal use of valley resources with the dam. A secondary objective is to design a long-term monitoring program and socioeconomic and environmental guidelines that can be used by the ministry during and after construction of the dam.

The basic framework of the study comprises two longer term and interrelated baseline surveys for environmental and socioeconomic data. Baseline environmental data are being collected on the routine components of vegetation, forestry, fisheries, hydrology, wildlife, and land use. The environmental baseline studies are principally being implemented through a series of remote-sensing activities complemented by on-the-ground studies. The use of remote sensing has allowed JESS to partially overcome transportation difficulties and address issues relating to the non-Somalia portions of the Jubba River watershed.

The socioeconomic baseline survey (SEBS) is more complex, involving an array of micro- and macro-

economic and sociological issues. While environmental data on the valley are relatively good, the socioeconomic aspects have virtually been ignored in other dam-related studies that have been conducted to date. Rapid rural appraisal techniques have been used to improve the quality of the SEBS.

#### JESS's Operating Principles

To date, the approach used in implementing JESS can be discussed in terms of operating principles that clarify why certain decisions have been made at certain times. This discussion will focus on four of these principles, including

- integration of socioeconomic and environmental studies,
- interim reporting, and
- use of Somali and/or African talent.

One of the major weaknesses of past river-basin assessments has been the absence of interaction between social and biophysical scientists during study design and implementation. Both of the JESS baseline surveys have been designed through a process involving social and biophysical scientists. From different perspectives, socioeconomic and environmental topics are addressed in both surveys, and some similar topics occur in both. The same type of cross-referencing has taken place in special studies conducted so far and will continue throughout JESS. For example, both the environmental baseline and SEBS surveys place a focus on gathering information that clarifies local uses of different types of vegetation by the local residents (ethnobotany).

Although there are water diversions and irrigation projects on the Jubba River and also on the Shebelli River, Somalia has never been exposed to many of the issues that construction of the Baardheere Dam presents. The MJVD is a new ministry. Few Somalis have relevant training and/or experience. Furthermore, many different donors may be involved in funding dam construction and related developments. For all of these reasons, JESS has an interim reporting schedule that provides early information on potential problems or concerns. Through such interim reports, JESS is attempting to sensitize the MJVD and donors regarding specific issues so that construction contracts and development project plans can be implemented causing as little disruption as possible to the existing social and economic fabric of the Jubba Valley. For example, JESS is now producing an interim report entitled Pre-Construction Concerns of the Baardheere Dam. This report will raise issues relating to, for example, contracts or activities involved in vegetation clearing of the inundation zone or public health problems in the dam-construction labor force. The interim reports present information from the Jubba Valley, other developments in Somalia, and river-basin development programs in Africa and elsewhere that is instructive or useful for master planning or



contracting activities being undertaken by the MJVD and international donors.

The limited availability of trained Somalis with experience in river-basin assessments has not prevented JESS from utilizing Somalis wherever possible. Somalis are working on all JESS studies. Students and professors from the Somali National University are conducting field and laboratory analyses of data for water-quality studies. Teams of Somali researchers, under expatriate supervision, are conducting the SEBS baseline surveys. In addition, JESS is providing on-the-job training of Somalis who are on both permanent and temporary assignment with the MJVD. Given future recurrent needs for ecological and other expertise, JESS is also attempting to develop a network of nearby African (e.g., Kenyan) specialists in certain technical areas on whom it will be easy to call for river-basin assessment work once JESS has ended.

#### Design of JESS Field Studies

The design of JESS studies has been the responsibility of ARD and the JESS field team with very active input and review by USAID/Somalia, MJVD, and BOSTID. The basic framework of studies was initially developed by USAID/Somalia during the formulation of a request for proposals (RFP) for competitive bidding. In response to the USAID RFP, ARD developed competitive proposals (preliminary and "best and final"). The proposals, developed by a seven-person team of biophysical and social scientists, were based on a long list of topics suggested by USAID. The proposals provided a conceptual approach to conducting JESS, whittled down the list of studies, and provided more detailed design of contemplated studies.

After USAID/Somalia (with input from MJVD) selected ARD to conduct the studies, a detailed process of study design began in Somalia in October of 1985. Using the original proposals as a basis, a team of consultants (four residing in Somalia and seven visiting) used interviews, observation, and library research to identify

- important issues
- methodologies, and
- necessary inputs and scheduling.

Beginning at this point, a peer-review process involving USAID, MJVD, BOSTID, and ARD (including field and home office staff) has taken place. In addition, the design of JESS phase 2 field studies has included

- literature search,
- technical start-up in Somalia,
- reconnaissance in the Jubba Valley,
- first BOSTID workshop in Mogadishu, and
- drafting the phase 2 work plan.

#### Literature Search

In order to capitalize on past river-basin assessment experiences, JESS contacted approximately 60 organizations worldwide for relevant documents and information. For ease of communications, most of this work had to be based in the United States rather than in Somalia. More than 1,000 citations were identified and have been presented in one volume (1). Roughly 100 documents have been obtained by JESS, and all JESS references are organized on a computer-based library system using Data Base III software and IBM PC computers.

#### Technical Start-up in Somalia

JESS technical activities in Somalia were initiated by a U.S.-based technical studies manager and the field team leader. These individuals reviewed a broad range of ongoing technical activities that were being (or had been) conducted by other organizations in Somalia and the Jubba Valley. Of particular importance was an assessment of ongoing efforts in the Jubba Valley, including the development of a master plan (funded by the German government and being conducted by a private German consulting group) and a soil and land-use classification (funded by USAID and being conducted by the U.S. Bureau of Reclamation, or BUREC). The technical start-up clarified the plans of other organizations and identified gaps in information that JESS could address.

#### Reconnaissance in Jubba Valley

JESS staff made ground trips to the lower, middle, and upper parts of the Jubba Valley. The quality of existing aerial photography and maps was evaluated, and potential study sites were inspected. In addition to overland trips, staff were able to view the area from chartered light aircraft.

#### First BOSTID Workshop in Mogadishu

The main vehicles for BOSTID interaction are a series of five proposed workshops and ongoing peer review of JESS plans and reports. The first workshop was held in Somalia at the end of January 1986. The Somalia workshop was a cooperative effort between the Ministry of Jubba Valley Development and BOSTID and comprised two parts--a field trip to the Jubba Valley and meetings in Mogadishu. JESS field staff and ARD home-office staff, the USAID project manager, and a panel of Somalia and river-basin specialists organized by BOSTID engaged in several small-group and one-on-one discussions about development issues, assessment approaches, and comparative studies of manmade lakes in Africa.

At the conclusion of the first workshop, the BOSTID panel suggested that six issues were particularly important in terms of Jubba Valley development and JESS:

1. inclusion of small- and medium-scale development approaches in addition to large-scale irrigation projects, which are currently in favor for valley development;
2. trade-offs involved in the allocation of hydropower from the Baardheere Dam project between settlements in the Jubba Valley and Mogadishu;
3. development opportunities and limitations associated with reservoir drawdown (e.g., use of the draw-down zone) and controlled floods;
4. resettlement of people dislocated by projects;
5. consideration of livestock and pastoralism in agricultural projects for the valley; and
6. local and national institution factors in development.

limnology  
disease vectors  
estuarine ecology  
reservoir ecology  
reservoir sedimentation  
river scour  
forestry  
range management  
biocide use  
markets  
pastoralism  
watershed management  
ethnobotany  
demography  
family resource management  
production systems  
social services  
health  
nutrition  
land tenure  
women's issues  
archaeology  
resettlement  
agricultural resettlement  
irrigation economics  
labor  
biological conservation  
institutions  
water and sanitation  
dam design and operations

### Drafting the Phase 2 Work Plan

Following the BOSTID workshop in Somalia, JESS began drafting the phase 2 work plan. Advice and opinions were sought from BOSTID scientists, Somali National University professors, and representatives from numerous organizations in Somalia. This effort included interviews, lengthy discussions, brainstorming sessions, flights over the Jubba Valley, and ground visits to the area.

The studies were designed using lists of issues taken from

- ARD's scope of work and proposal;
- the first BOSTID workshop;
- experiences of ARD staff and consultants;
- literature on other river-basin assessments;
- planning efforts and developments elsewhere in Africa and around the world; and
- an outline of information from the MJVD for a World Bank appraisal for the construction of the Baardheere Dam with power and irrigation development.

On the basis of all of the above, JESS has reduced a very long list of issues that had been originally drawn up by USAID to the following list:

### Study Topics

livestock  
wildlife  
aquatic fauna  
ornithology  
water quality

From this list, JESS drafted a series of preliminary study designs. The preliminary designs were then revised and incorporated into a work plan.

The work plan (2) covers two years of investigations and analyses in Somalia and is keyed to numerous factors including GSDR development priorities, present and anticipated logistic and climatic constraints, manpower allocations, budgetary restrictions, and product timeliness (e.g., the master plan and decisions about dam design and construction contracts).

The work plan includes the following types of studies:

- baseline studies of environmental and socioeconomic conditions in the Jubba Valley;
- impact assessments of selected proposed development interventions such as the Baardheere Dam project and irrigation schemes in the lower Jubba region; and
- special studies relevant to long-term Jubba Valley development (e.g., pastoralism and health considerations in dam design).

All of the studies aim to enhance the positive effects of development and mitigate adverse impacts associated with construction of the Baardheere Dam and other related projects in the valley.



The study work plan required review by the U.S. National Academy of Sciences and approval by USAID/Somalia and the MJVD. As of this writing, the plan has undergone all reviews and passed all approvals except by the MJVD; however, work continues as if the plan were approved by all. Problems with poor internal communications (lack of telephones) and external communications (restricted to an unreliable telex system), procurement, and budgetary process have not delayed the project, as all studies are on schedule.

### Socioeconomic Baseline Study

The socioeconomic baseline survey (SEBS), has been designed and is now being implemented by JESS social scientists. SEBSs have been conducted in most other major river-basin assessments. Three significant problems have usually occurred:

1. Social scientists have designed the SEBS with little or no input from biophysical scientists, thus limiting the utility of SEBS data for natural resources assessments.
2. Scientists usually have not devoted enough time at the beginning of the assessment familiarizing themselves with the project area or thinking about data processing or analysis. They then compensate by gathering a tremendous amount of data, which in turn overloads data processing and analysis capabilities. Thus, although interesting information has been collected, its value for analysis is very limited (e.g., the Gambia River Basin Assessment).
3. Prior to the recent improvements in microcomputers, mainframe computers were relied upon for data analysis. This usually necessitated sending raw data back to computers in the United States or Europe for analysis, thus distancing host-country and other field researchers from the analysis process.

JESS has confronted the first problem by involving biophysical scientists in "round-table" discussions during the design of the JESS SEBS. One result is that SEBS will address a request by the ecologist that certain data be collected regarding the uses of wood or trees by valley residents.

The second issue of data quality and quantity has been addressed through the use of a rapid reconnaissance (or "sondeo") survey of the Jubba Valley, a literature search, and technical interviews, and by learning from the experience of past river-basin assessments. These activities have been used to sharpen the focus of environmental and socioeconomic baseline surveys. The sondeo was undertaken by the JESS anthropologist and development economist (JESS's development economist worked on the USAID-funded Gambia River Basin Assessment). The sondeo was conducted from mid-March to late October 1986. Ten extended trips to the Jubba Valley were

conducted, including village meetings in twenty-six villages. The village meetings were open-ended forums with as few as five elders or as many as fifty villagers in attendance. The meetings lasted from one to three hours and covered a wide range of topics, including a brief village historical sketch, responses to floods and drought, village governance, and interaction between settled agriculturalists and seasonally transient pastoralists. The sondeo has proven valuable in terms of identifying existing and potential river-basin development issues that will need to be explored by JESS. It has also clarified what data should be collected in the broad-based SEBS versus smaller, specifically targeted surveys that have smaller sampling numbers and focus on very specific issues.

The JESS SEBS that has come out of the sondeo trips and design process is divided into the following seven different units of analysis (and questionnaires):

1. individual--basic statistics on individual being interviewed;
2. absence--information that sheds light on the dynamics of migrating (within Somalia) or transient workers;
3. marriage--status and characteristics of marriages in each household;
4. household--water and sanitation, grain storage, indicators of personal wealth (i.e., animals, carts, radios, bicycles), crops and land cultivated, income from agriculture and other activities, household expenditures;
5. household and livestock type--changes in herd composition over the past year;
6. household and crop--planting, storage, sales, and consumption of crops; and
7. household and labor activity--use of hired labor.

The SEBS team is using a stratified random cluster design following the sondeo. Fifteen households in sixty villages will be the focus of a detailed interview, and a three-hour village meeting is also conducted during the household interviews. SEBS will take eight months to complete using trained teams of Somali enumerators. Interview responses are coded and entered in the predesigned data base.

The past problems associated with the use of mainframe computers have been addressed through the use of personal microcomputers for SEBS data processing and analysis. JESS is using IBM PC-ATs, Bernoulli "boxes", and Hewlett-Packard 110 Portable Pluses for data processing. A data-base management (DBM) specialist who also worked on the Gambia project is providing advice and training on a recurrent short-term basis. To date, the biggest SEBS-related problems JESS has confronted have been (a) keeping the computer hardware



functional given electrical power unreliability and (b) keeping project vehicles running.

#### Environmental Baseline Survey

JESS environmental baseline studies are covering the following topics:

vegetation (aquatic and terrestrial),  
land use,  
diseases and disease vectors,  
archaeology,  
water quality,  
river sediments and channel characteristics,  
fisheries, and  
wildlife.

The remote sensing package for JESS is quite complete, as it is the most efficient mode of travel in Jubba Valley. An East African contractor with over twenty years of remote sensing experience in Africa will do aerial photography and aerial surveys for JESS. Using a small fixed-wing aircraft (J2 Supercub), the contractor is conducting four strip censuses (to cover each season) at 5% coverage of the riverine zone for wildlife, livestock, and selected elements of land use. He is also conducting two hippopotamus and crocodile surveys. The first survey found an estimated 6,000 crocodiles and 800 hippopotamuses in the river. Although 1:30,000 photography from 1983 to 1984 is available for the entire valley, the contractor will produce 1:10,000 stereo coverage of a 4-kilometer strip of the river for more detailed studies on land-use change. Earlier 1:30,000 coverage flown in 1960 will also be used to measure actual change and rate of change in land use in the valley.

Since Ethiopia and Somalia do not freely exchange information, JESS will use NOAA AVHRR satellite imagery to monitor the Ethiopian portion of the catchment and attempt to correlate vegetation moisture in the highlands with river hydrographs in Somalia. If such a correlation does exist, this may be an important long-term monitoring device for reservoir operations.

In terms of public health and water quality, an ARD consultant has established a systematic water-quality program utilizing the faculty and students of the National University. Until JESS, water-quality data on the Jubba River was nearly nonexistent. Considering the high salinity values found in groundwater and river water (4,000 EC for groundwater and peaks up to 1,200 EC in river water), such data could be crucial in considering downstream agricultural development. Vector and epidemiology surveys will be conducted later in phase 2, with concentration on bilharzia and malaria, but also covering onchocerciasis, yellow fever, and trypanosomiasis.

#### Other Special Studies

The final element of JESS to be discussed in this paper is the implementation of special studies. The baseline surveys have been supplemented by approximately 35 person months of special consultant studies, including topics such as river scour and sedimentation, watershed management, fisheries, land tenure, irrigation economics, cultural heritage (archaeology), nutrition, dam design and public health, disease implications of crop combinations, and pastoralism. Consultant reports are being issued as interim reports or working papers to the MJVD master planning unit, so that results can be incorporated into the master plan and/or dam construction contracts.

For example, the public health component of JESS has provided recommendations on dam design to aid in the control of schistosomiasis (bilharzia) and malaria, which are both endemic in the valley. A report entitled JESS Interim Report on Health Impacts of Design Alternatives for Proposed Baardheere Dam (4) was written and provided to the MJVD as it was in the process of writing up terms of reference for dam construction contracts. In the interests of preventing unnecessary outbreaks of waterborne diseases in human and animal populations, JESS recommended changing the size of bottom outlets in the dam. It was recommended that discharge capacity of the outlets be increased to 1,050 m<sup>3</sup>/sec, versus the design of 700 m<sup>3</sup>/sec. The increase would allow dam operators to reduce insect and snail populations by fluctuating water levels and stranding the insects and snails on dry land where they will die. In a related effort, JESS is currently analyzing disease and water-quality data as well as plans for agricultural development to establish the implications of crop combinations in terms of disease (e.g., single- versus double-cropping of rice).

#### References

1. Associates in Rural Development, Inc. Bibliography for the JESS project. Burlington, VT; July 1986.
2. Associates in Rural Development, Inc. Phase 1 review and phase 2 work plan for the JESS project. Burlington, VT; July 1986.
3. Craven, Kathryn. Personal communications. January to November 1986.
4. Jobin, William R. JESS interim report on health impacts of design alternatives for proposed Baardheere Dam. Associates in Rural Development, Inc.; November 1986.
5. Merryman, James. Personal communications. January to November 1986.

Narasimha Prasad N.B. and Basak P. (2)

**Abstract--** Groundwater resources development on a regional scale for the humid tropical area around Kozhikode district of Kerala State, India has been done through the integrated approach using Remote Sensing technique and Hydrogeomorphological methods. The lineaments have been delineated for the area using the aerial photographs and the major fracture direction has been determined as NW-SE and NE-SW. It is recommended that for the construction of rectangular wells in the area, the longer side of the wells should be in the direction perpendicular to the major lineament direction. A few lineaments have been cross-checked on the field using the geoelectrical method. It has been stressed that the existence of fracture zones interpreted by remote sensing has to be cross-checked by geophysical prospecting in order to locate successful well sites.

**Abstracto--**El desarrollo regional de los recursos de aguas subterráneas en el terreno tropical húmido alrededor del distrito de Kozhikode del Estado de Kerala, India, se realizó a través de un enfoque integrado, usando técnicas de teledetección y métodos hidrogeomorfológicos. Los lineamentos se delinearón en este terreno a través del uso de fotografías aéreas y se determinó que el sentido principal de fractura corre NW-SE y NE-SW. Se recomienda que al construir pozos rectilíneos en este terreno, el lado más largo de los pozos debe correr en el sentido perpendicular al sentido principal de fractura. Algunos lineamentos se controlaron en la tierra por medio del método geoelectrico. Esta investigación da énfasis al hecho que la existencia de zonas de fractura inferida a través de la teledetección debe ser controlada por medio de prospección geofísica para localizar los sitios de pozos con buen éxito.

## Introduction

There are vast areas in Kerala State of Indian subcontinent where either surface water streams do not exist or the streams are only seasonal in character and hence dependence on groundwater resources for

domestic purposes is almost total. Major part of the Kerala State of the Indian Union is represented by hard rock terrain consisting of gneisses and charnockites with lateritic over burden which is typical of humid tropics. Application of any single scientific method to delineate groundwater potential zones in this type of formation is not prudent. Hence an integrated approach, using both remote sensing and hydrogeomorphological techniques, has been adopted in demarkating groundwater potential zones on a regional scale. The study area falls in the Kozhikode district of Kerala State.

1) Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics, International Conference and Workshop. (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2) Narasimha Prasad, N.B. is Scientist in Groundwater, Centre for Water Resources Development and Management, Calicut, Kerala, India. and Basak, P., is Advisor and Dean-in-charge, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, Trichur, Kerala, India.



## Salient Features Of The Study Area

The Kerala State is situated in the south west portion of India with an areal extent of 38866 km<sup>2</sup> and lies between 08°17'30" and 12°47'40" north latitudes and 74°51'57" and 77°24'47" east longitudes (Fig.1.). The State can be divided into three physiographic zones namely highlands, midlands and low lands based on the average height from mean sea level. The hill ranges of the Western ghats bordering the state on the eastern portion forms the highlands with an elevation more than 76 meters above m.s.l. The midlands are the undulatory terrain with an elevation of 7.6 to 76 metres above m.s.l. The lowlands are the coastal stretch with an elevation of less than 7.6 metres above m.s.l. bordering the Arabian Sea on the Western portion of the Kerala State (Fig.2).

The study area spans over 160 km<sup>2</sup> and lies between east longitude 75°46'20" to 75°55'00" and north latitude 11°08'00" to 11°15'00".

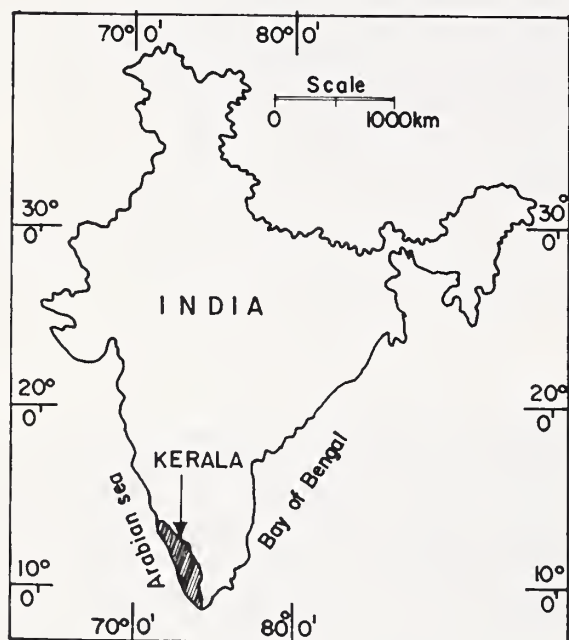


Figure 1--Kerala State with reference to Indian sub-continent.

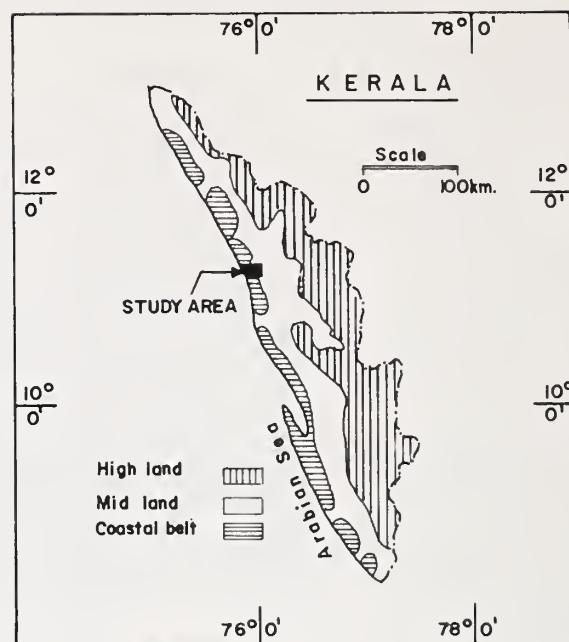


Figure 2--Physiographic zones of Kerala State.

The average annual rainfall in the study area is around 3500 mm and climate is humid tropical. The area receives south-west (June to August) as well as north-east (September to November) monsoon rains. The south-west monsoon contributes about 65% of the annual rainfall. December to May can be considered as dry months, but a limited amount of pre-monsoon rain is received during April and May. The temperature varies between 22 to 34°C. The area is drained by Chaliyar, Kadalundi and Kallai rivers and its tributaries.

Physiographically the study area falls under the general physiographic classification of lowlands and midlands of Kerala. There are few small hillocks which are above 80 m above m.s.l on the eastern part of the area and the peaks are around 100 to 120m above m.s.l. The lowlands or coastal plain exhibits more or less flat, narrow terrain with land-forms such as beach ridges, sand bars, back water marshes etc. The midland represents undulatory terrain with lateritised denudational hills and intervening valley fills locally known as Elas.

Geologically the study area is represented by gneisses and charnockites of Pre-Cambrian age. The rocks are found to be folded and jointed and the major fold axis trends roughly NW-SE in the midlands, which comprises the major part of the present study area. These rocks are overlain by laterites.



The coastal belt is represented by alluvium of Recent age. At places the crystalline rocks are intruded by basic dykes and quartz veins with NW-SE trend. The subsurface geology from the available bore hole logs of midland region of the study area shows top soil followed by laterites, lateritic clay (lithomargic clay), weathered rock, fractured and hard rocks. In the coastal zone (low land), the lithology indicates sand followed by sandy clay, laterites, lateritic clay, weathered rock, fractured rock and hard rocks.

#### Integrated Approach For The Groundwater Development

The regional groundwater resources development for the area has been carried out using remote sensing techniques and hydrogeomorphological methods and the results of the same have been cross checked through geo-electrical technique.

The geomorphological features such as hills, valleys and plains were delineated and also the contour and drainage pattern were studied using the GTS maps of 1:50,000 scale. As the land forms which are 76 m above m.s.l are considered as highlands and are characterised by steep slopes, such areas are also identified and delineated from the toposheets during the preliminary work.

Since the area is predominantly of hard rocks covered by lateritic overburden, the identification of structure controlled weaker zones on the Earth's surface is essential. For this purpose, black and white vertical aerial photographs of 1:60,000 scale were studied under the stereoscope and a lineament map for the area was prepared. As the low lying valley regions (locally known as Blas) are very important as far as groundwater potential zones are concerned, such areas were studied regarding

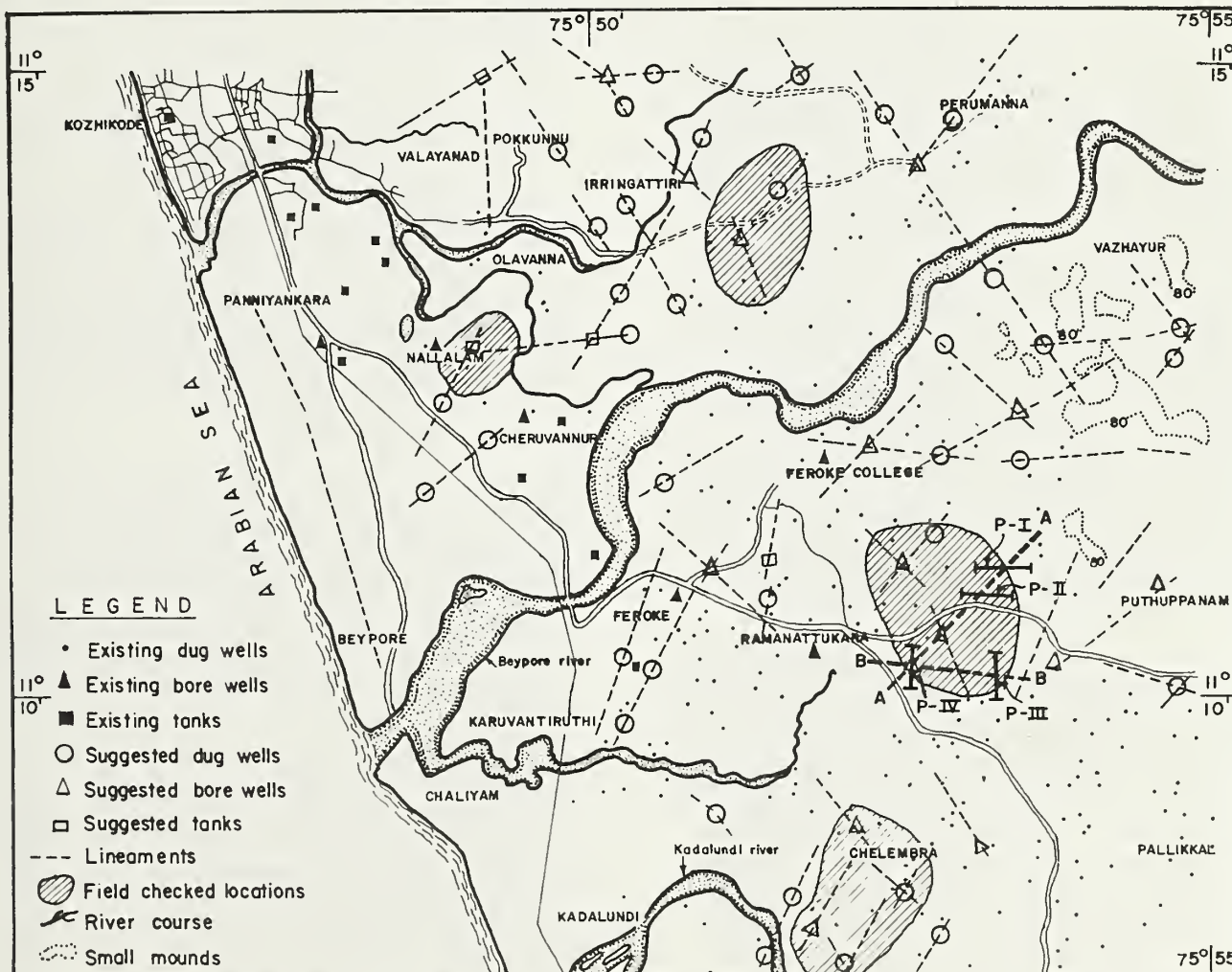


Figure 3--Suggested potential sites for groundwater exploration through the remote sensing and hydro-geomorphological techniques.

their linearity, broadness and other geometric features.

The details deciphered from the aerial photographs and the toposheets were cross-checked through the stereosketch and a composite map was prepared. The composite map consists of drainage, topography and lineaments details (Fig.3). Additional information on the available groundwater structures such as dug wells, borewells and tank locations in the area has also been incorporated in figure 3. The potential sites for groundwater exploration and exploitation has been suggested based on the presence of lineaments and its intersection points, topography and the drainage network. Random ground truth verification around the suggested sites were also carried out (Fig. 3). Hydrogeologic details of the existing wells along some of the lineaments were also recorded in the field.

#### Geoelectrical Investigation

Since most of the lineaments drawn from the aerial photographs in the present study area falls along the wide valleys (locally called as "Elae") it will be difficult to pinpoint where exactly the fracture zone exists and with the soil layer covered, it appears that whole valley region is equally potential for ground water exploration. The valleys will be 100 to 300m wide. In one of the sample area near Ramanattukara of Kozhikode taluk, the electrical resistivity survey, both profiling and vertical electrical sounding (VES), was conducted to check the resistivity variation across the valley region and also to pinpoint the fracture zone and its direction and then to compare it with the lineaments obtained from aerial photographs. The sample area is characterised by two converging wide valleys aligned along the lineaments which intersect.

Location of fracture zone was identified by conducting four profiles, two in each valley, perpendicular to the already delineated lineament direction. For the purpose of profiling, current electrodes were kept 20 metres apart ( $AB/2=10m$ ) and potential electrodes 4 metres apart ( $MN/2 = 2m$ ). The station interval was 10 metres. In the valley 'AA' (Fig.3) the profiling was carried out in N 70°E direction. Profile - I was of 70 metres length and profile - II which was 150 metres south of Profile - I was of 90 metres length. In the valley 'BB' (Fig.3), the profiling was carried out in N 10°E direction. Profile III in the valley 'BB' was conducted for a length of 120 metres and profile IV was for a

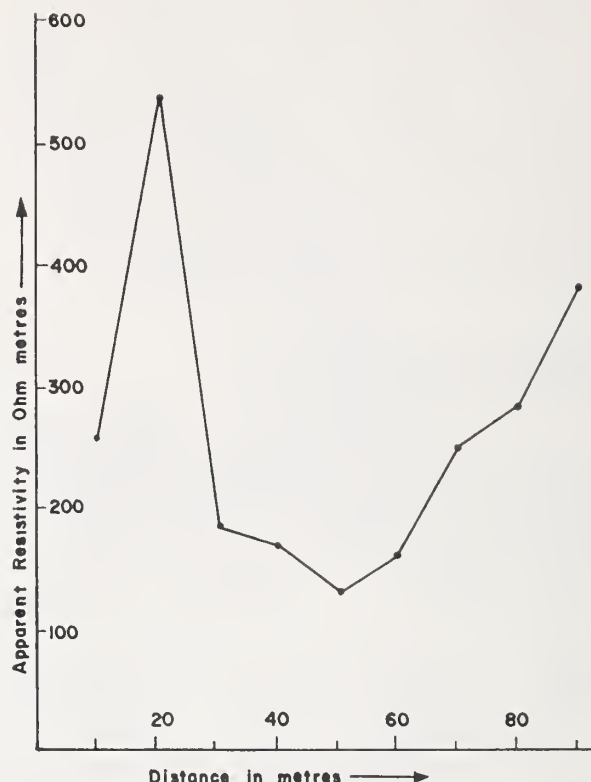


Figure 4--Typical resistivity profiling data across a valley region.

length of 90 metres. Profile - IV was 225 metres west of Profile III. A typical profiling data across the valley region is shown in figure 4.

#### Results and Discussions

Through the integrated approach for regional groundwater resources development, locations for 35 dug wells, 4 tanks and 15 bore wells have been suggested based on the existence of lineaments, intersection points of stream and lineaments and the topography. While suggesting sites for bore wells, areas near to the sea coast has been avoided because of the likely salinity problems.

The lineaments trend mainly along NW-SE and NE-SW directions and most of the lineaments follow the linearly arranged valley areas (Elae) and hence are potential for groundwater exploration. As majority of the lineaments in this area are in the NW-SE and NE-SW directions, the tanks should have their lengths perpendicular to this direction so as to cut-across maximum numbers of fractures and thereby increasing the yield.

Since precise sites for borewell location based on the above method is difficult, geophysical method has been employed.



The resistivity variations found near the sample area at Ramanattukara of Kozhikode taluk will be supporting evidence for the same. The apparent resistivity in Profile - I varied from 75-331 ohm metres and in Profile - II it varied from 68-430 ohm metres across the valley 'AA'. Similarly across valley 'BB', in profile - III, the apparent resistivity varied from 130-536 ohm metres (Fig.4) and in Profile - IV, the variation was 48-310 ohm metres. The lowest apparent resistivity values on each profile suggests the existence of weaker zone and by linking these stations with lowest apparent resistivity, the direction of the fracture zone was determined. Based on this investigation it was confirmed that the direction of fracture zone is N 20°E in valley 'AA' and N 70°W in valley 'BB' and which agrees with the direction of lineaments interpreted from aerial photographs. With this contrasting variation in the apparent resistivity across the existing wide valleys in the present study area, it can be said that, though the whole valley region look equally potential with the soil cover, it is only along the fracture controlled zones that the more yielding wells will be existing and such locations have to be explored for the future developmental activities. Vertical Electrical Soundings which was carried out along the fracture zone (N 20°E) in the valley 'AA' to find the depth to bed rock and weathered zone thickness along the lineament indicated that the zone has a soil layer of 1.2 metres followed by soft laterites and weathered rocks of 22 metres and finally the bed rock (Gneiss).

The present study has indicated that most of the Blas are angular in disposition and hence fracture controlled. Hence potentially good well sites can in future be constructed either along the main fracture trends or preferably at their intersections. Based on the field observation of the existing wells in the area, it was found that the wells constructed along these lineaments are very potential where the depth to water level is only 1.5 metres from ground level. It was also found that the wells situated away from the alignment has groundwater level at a depth of 5.0 metres from ground level. The wells constructed at the flanks of these valley portions are having groundwater at a depth of more than 10 metres below ground level and deplete drastically in summer.

## Conclusion

The development of groundwater resources in the humid tropics is very essential because of the soil erosion and silting of the rivers due to deforestation and as a consequence of which the surface water resource availability reduces. The integrated remote sensing and hydro-geomorphological techniques are useful in such regions in delineating the groundwater potential zones. Such an attempt has been made here to locate potential zones. In continuation of this work, field checks including geophysical investigation have been carried out in selected areas and specific well sites have been recommended. Such an integrated approach can be successfully employed in similar tropical regions of the world.



José Sarukhán, José Manuel Maass y Luis M. Cervantes 2/

Resumen--Se presenta, un proyecto de investigación sobre ecología de cuencas en ecosistemas tropicales estacionales en la Costa de Jalisco, que tiene como objetivo conocer el funcionamiento de los ecosistemas naturales, el impacto de diversas formas de uso (agropecuario y forestal) sobre el equilibrio energético, hídrico y nutricional de cada cuenca y de su capacidad de recuperación después del abandono de las prácticas de manejo.

Abstract--A research project on catchment ecology is presented for tropical seasonal forest systems in the Pacific Coast of Jalisco. The aims are to know the base-line functioning of the natural systems, the effect of several land use techniques on balance of water, energy and nutrient cycles and the ability of catchments to return to recover after abandonment of management practices.

### Introducción

Todos los organismos requieren de energía para vivir, la cual proviene del sol [productores primarios] o de moléculas de alta energía [productores secundarios]. Adicionalmente, necesitan agua y nutrientes minerales para crecer y mantener su metabolismo.

Los determinantes de la producción biológica de los sistemas terrestres, ya sean naturales o manejados por el hombre, son a) la tasa de fotosíntesis que depende de la radiación solar, b) la disponibilidad de agua en el suelo, c) la abundancia de nutrientes en el suelo y d) la temperatura ambiente. El hombre puede modificar, aunque sea parcialmente, todos estos determinantes de la producción, pero los tres primeros son los más susceptibles de cambio por su acción ya sea voluntaria o no. La productividad depende del flujo de energía y materia y puede ser medida como la cantidad de biomasa producida por unidad de tiempo y espacio, como sucede en las mediciones de rendimiento de un cultivo, de una explotación forestal, o de una unidad de producción ganadera.

Un ecosistema no es una entidad claramente delimitada y aislada de su entorno; por el contrario, está unido a otros ecosistemas colindantes con los que mantiene un constante intercambio de materia y energía. Un fenómeno que constituye una pérdida de materia y energía para un ecosistema, puede significar una ganancia para otro colindante. Esto hace que los ecosistemas se constituyan como elementos de un sistema mayor, igualmente interdependiente, que involucra grandes procesos de flujo y circulación de materia, energía y agua a nivel regional y hasta mundial.

El hecho de que los ecosistemas rara vez tengan límites bien definidos, hace muy difícil estudiar los balances entre entradas y las salidas de energía, agua y nutrientes de los mismos. Sin embargo, si aceptamos que la "fisiología" [o funcionamiento] de un ecosistema está íntimamente ligada a su ciclo hidrológico, el cual tiene un componente fisiográfico muy importante, resulta más sencillo delimitar un ecosistema o una porción de él para su estudio. Como el agua contenida por los suelos que escurre drena hacia un punto común según la topografía del terreno, es posible utilizar a una cuenca hidrológica como una unidad de estudio. Estas cuencas se pueden visualizar como grandes "embudos fisiográficos", constituidos por los parteaguas de la montaña con un arroyo más o menos bien definido, y la salida del drenaje de la cuenca o cañada.

### Un estudio de caso en la Costa de Jalisco, México

Los estudios ecológicos de cuencas hidrológicas integradas en México son pocos e incipientes. Existen varios estudios restringidos a aspectos hidrológicos realizados por el Colegio de Postgraduados de Chapingo en Texcoco y Zacatecas y por el INIFAP, también en Zacatecas. Recientemente, el Departamento de Ecología del Instituto de Biología de la UNAM, inició uno de los proyectos más amplios que en materia de ecología de ecosistemas se está realizando en las zonas tropicales del mundo. El proyecto tiene, entre otros objetivos, entender la estructura y el funcionamiento de un ecosistema tropical estacional, y evaluar el impacto que diferentes técnicas de manejo de recursos tienen en su productividad y balance de nutrientes.

El proyecto contempla tres fases o etapas de desarrollo: (a) el entendimiento de la estructura y función del ecosistema sin perturbar; (b) la evaluación del impacto que diferentes grados de perturbación tienen en el ecosistema, y (c) el estudio de la capacidad y velocidad de

1/ Trabajo presentado en la Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo sobre Evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional en las zonas tropicales. Chetumal, México 25-31 enero 1987.

2/ Departamento de Ecología, Instituto de Biología, UNAM, México.

recuperación de los suelos y el ecosistema que sostienen una vez suspendido el uso del suelo al que estaban sometidas las cuencas.

El estudio se está llevando a cabo en los terrenos de la Estación de Biología Chamela, en la costa del estado de Jalisco, perteneciente al Instituto de Biología de la UNAM. En ella, cinco cuencas hidrológicas adyacentes (con extensiones de entre 10 y 30 ha cada una) han sido seleccionadas como unidades experimentales. Actualmente el proyecto se encuentra en su primera etapa, en donde las cinco cuencas experimentales están siendo analizadas en condiciones naturales (sin perturbación). Para ello han sido establecidos sitios permanentes de muestreo en cada una de las cuencas estudiadas, donde se están llevando a cabo constantemente estudios del suelo, el clima y la vegetación para conocer las variaciones espaciales y temporales en los flujos y bancos de energía, agua y nutrientes del ecosistema. Esto es, se mantienen tanto en los sitios permanentes como en otras partes de cada cuenca, observaciones y colectas permanentes de: a) volumen y contenido mineral de agua de lluvia, b) volumen y contenido mineral en agua de percolación y de arrastre por los troncos, c) volumen y contenido de minerales solutos y no solutos en el agua de drenaje de la cuenca, d) radiación total incidente, e) producción de hojarasca y otros componentes del litter, así como tasas de descomposición de los mismos, f) tasas de herbivoría, g) contenido mineral de la hojarasca de las especies más importantes de la comunidad.

La transformación de los ecosistemas naturales en sistemas manejados por el hombre en la parte de la costa de Jalisco donde se encuentra ubicada la zona de estudio, ha sido muy reciente, habiéndose intensificado últimamente con una marcada tendencia hacia la ganaderización. Las actividades productivas dependen, en gran medida, de condiciones de relieve y humedad del suelo, así como por las características de la tenencia de la tierra. La agricultura de temporal y los pastizales cultivados se localizan principalmente en las zonas de lomeríos (85% del área), mientras que la agricultura de riego se concentra en las pocas planicies con suelos aluviales existentes. De continuar la actual tasa de explotación, se calcula que en poco más de diez años desaparecerá la selva baja caducifolia de las tierras ejidales de lomeríos (aproximadamente 3,000 km<sup>2</sup>) (De Ita, 1983). Esto pone en evidencia la importancia que tiene el presente estudio de cuencas hidrológicas dado que, como se mencionó anteriormente, está orientado tanto a analizar los efectos que tiene la transformación de la selva con fines agropecuarios, como a proponer sistemas alternativos de manejo de recursos, adecuados a las características ecológicas y socio-económicas de la región.

Gracias a la utilización de cuencas hidrológicas como unidades de estudio, se ha podido hacer una descripción más completa del ciclo hidrológico de la zona de estudio, de tal forma se ha visto que del 100% de lluvia; el 30% se intercepta por el dosel de la vegetación, el 67% se evapotranspira y sólo el 3% sale por escorrentía.

Una transformación de este sistema tendría un efecto disminuyendo el valor de evapotranspiración y aumentando el valor de escorrentía; ya que el ciclo de nutrientes está íntimamente ligado al ciclo hidrológico, al aumentar la escorrentía implicaría una mayor pérdida de nutrientes acarreados por la misma.

Debido a que el proyecto se encuentra aún en la fase inicial de muestreo de los sistemas naturales aún no contamos con datos acerca del efecto de los diferentes tipos de perturbación en las cuencas bajo estudio. Sin embargo, se realizó un estudio piloto con el fin de analizar las posibles técnicas de control de erosión para la zona, y evaluar de manera preliminar los efectos que están teniendo estas transformaciones en el ecosistema (Maass *et al.*, 1987). Para ello se montaron 21 parcelas experimentales entre 20 y 40 m<sup>2</sup> cada una, las cuales fueron analizadas durante dos años bajo diferentes tipos de manejo agropecuario. El estudio mostró que los cultivos de maíz y pasto Guinea (*Panicum maximum*, Jacq.), que son los más comunes en la zona de estudio, producen pérdidas de suelo por erosión mucho mayores a los límites más altos de tolerancia reportados en la literatura. Se registraron pérdidas de suelo de hasta 130 Ton Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en las parcelas experimentales con cultivos de maíz, mientras que, en contraste, la selva sin perturbar registró pérdidas inferiores a 0.20 Ton Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. El análisis de los sedimentos erosionados mostró que en el período de un sólo año, junto con el suelo, se llegan a perder hasta 637 Kg Ha<sup>-1</sup> de Ca, 293 de N, 135 de Mg, 47 de P, 45 de K y 4 de Na. Sin embargo, se observó que el uso de franjas de pasto localizadas en la base de los cultivos de maíz reducen la salida de sedimentos erosionados hasta en un 50%, y que una delgada capa de hojarasca de la selva colocada sobre el suelo de los surcos del maizal reduce la erosión en más del 90% e incrementa la productividad del maíz hasta en un 30% (Tabla 1).

Estos resultados son aún preliminares y su validación a gran escala se obtendrá durante la segunda fase del experimento, cuando se transformen las cuencas hidrológicas bajo estudio. Sin embargo, estos resultados iniciales demuestran claramente la seriedad del problema de erosión en la región y arrojan luz sobre las posibles estrategias para lograr un mejor uso y conservación de los recursos naturales de la zona.

Tabla 1. Resultados parciales de la pérdida de nutrientes por erosión bajo diferentes tipos de manejo agropecuario en Chamela, Jalisco. Los valores expresados en Kg/ha/año son la suma de N, P, K, Ca, Mg y Na perdidos en los diferentes componentes del material erosionado. Datos de Maass, Jordan y Sarukhán, 1987.

Tratamiento	Pasto Buffel	Pasto Guinea	Franja de 10m	Franja de 3m	Maíz	Maíz con Hojarasca	Selva
1) En sedimentos erosionados	428.4	168.4	267.3	422.3	480.0	72.7	1.2
2) En agua de escurrentía	3.1	3.3	1.4	4.3	3.6	3.3	0.6
3) En materia orgánica arrastrada	1.1	1.6	0.8	1.8	2.4	2.8	3.6
Total perdido	432.5	173.3	269.5	428.4	486.1	77.8	5.4

#### Bibliografía

1. De Ita, C. Patrones de producción agrícola en un ecosistema tropical estacional en la Costa de Jalisco. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México; 1983. 183 pp.
2. Maass, J.M., C.F. Jordan & J. Sarukhán. Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various management techniques. (enviado para su publicación al Journal of Applied Ecology); 1987.



INFORMACION NECESARIA PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA NACIONAL  
DE PLANIFICACION Y ANALISIS PARA EL MANEJO DE INCENDIOS FORESTALES<sup>1/</sup>

ARMANDO GONZALEZ-CABAN<sup>2/</sup>

Abstracto--La interrelación entre los programas de manejo de incendios forestales y los programas de manejo de los recursos naturales, hace imprescindible el desarrollo de un sistema nacional de planificación y análisis para el manejo de incendios forestales que provea la información pertinente sobre los efectos de los incendios forestales a los programas de manejo de recursos naturales. El propósito principal de este ensayo es el de discutir y describir la información necesaria para el desarrollo de un sistema nacional de planificación y análisis para el manejo de incendios forestales.

Abstract--The interrelationship between fire management programs and land and natural resources management programs requires the development of a national fire management planning and analysis system capable of providing the fire effects information necessary to the land and natural resource management programs. The purpose of this paper is to present and discuss the information needed to develop a national fire management planning and analysis system.

### Introducción

El análisis de alternativas a largo plazo para programas de recursos naturales presenta grandes retos tanto para planificadores como administradores. Una dimensión de ese reto es la diversidad tanto de acciones administrativas como de los productos de los recursos afectados por tales decisiones. Por ejemplo, acciones administrativas que van desde el aprovechamiento de maderas hasta la construcción de carreteras, y de la conversión de combustibles hasta la supresión de incendios forestales, pueden afectar tanto los precios establecidos en el mercado de recursos tales como maderas y pastos ganaderos, como los precios no establecidos por el mercado para recursos tales como agua, flora y fauna silvestre, y calidad estética de los bosques. Cada una de estas acciones administrativas y productos tienen aspectos únicos que requieren análisis especial. Sin embargo, todas deben tratarse en un análisis de recursos integral para evitar alcanzar niveles de producción muy altos en uno de los recursos a expensas de una reducción excesiva en otro; es decir, para evitar la suboptimización.

Otra dimensión de ese reto es la gama tan amplia de detalles espaciales y temporales (diferentes niveles de análisis) necesarios para la planificación a largo plazo. Por ejemplo, la

evaluación inicial de numerosos programas de manejo a largo plazo puede completarse en un corto tiempo y a un nivel de análisis bajo. A este nivel puede ser suficiente evaluar los programas para tipos de áreas de manejo "generales", en lugar de áreas específicas. Sin embargo, eventualmente el proceso de planificación tiene que analizar en mayor detalle algunas acciones de manejo específicas para la toma de decisiones a niveles operacionales.

Si enfrentamos estos retos con un conjunto de herramientas analíticas complementarias e interrelacionadas podemos desarrollar información eficiente para la toma de decisiones complejas sobre manejo de recursos. Si por otro lado, los modelos analíticos no están suficientemente interrelacionados y no discuten adecuadamente las consideraciones de tiempo y espacio, la información producida por modelos separados resultará posiblemente inconsistente y muy costosa. Este es un error común en la aplicación de modelos altamente específicos en las primeras etapas de evaluación de diferentes alternativas de programas. Es innecesario ser altamente lugar-específico en la etapa inicial del proceso de evaluación.

Los programas de manejo de incendios forestales son muy complejos y son parte integral de los programas de protección de los recursos naturales. Las actividades en los programas de manejo de incendios forestales influyen en la producción de recursos forestales tanto como cualquier otra actividad en el manejo de los recursos naturales. Es esencial que las actividades de los programas de manejo sean evaluadas en términos del aumento en el costo de estas actividades en relación al cambio en la producción de recursos que dichas actividades generan. Por ejemplo, el control de incendios

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics. International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> Armando González Cabán es economista con el USDA Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Riverside, California

forestales contribuye tanto al incremento en la producción maderera--sobre el nivel de producción sin intervención alguna--como la siembra de árboles. Diferentes opciones disponibles para los programas de manejo de incendios forestales deben evaluarse a la misma vez, o junto con las alternativas disponibles para lograr los objetivos deseados en los programas de manejo de usos de terrenos. Los programas de manejo de incendios forestales contribuyen directamente en la obtención de los objetivos establecidos para el manejo de los terrenos.

La interrelación entre los programas de manejo de incendios forestales y los programas de manejo de los recursos naturales, hace imprescindible el desarrollo de un sistema nacional de planificación y análisis para el manejo de incendios forestales que provea la información pertinente sobre los efectos de los incendios forestales a los programas de manejo de recursos naturales. Generalmente, los planes de manejo en muchas unidades administrativas forestales es la sumatoria de los planes individuales preparados para los diferentes recursos y funciones. En muchos casos, esta práctica resulta en planes subóptimos y en conflictos directos entre varias actividades funcionales.

Un proceso de planificación para el uso y manejo de los terrenos forestales del país sirve para resolver los conflictos entre actividades funcionales y objetivos específicos para los diferentes recursos naturales. En el caso de México, otra razón importante para el desarrollo de un sistema nacional de planificación y análisis para el manejo de incendios forestales es la gran cantidad de hectáreas de bosques que se queman anualmente. De acuerdo al secretario ejecutivo de la Comisión Nacional Forestal de la SARH, León Jorge Castaños, cada año se queman entre cien y 150 mil hectáreas de bosques y las áreas del sur son las más afectadas por ese tipo de siniestro (1). El problema es aún mas agudo que lo que presenta el señor Jorge Castaños. Como se puede ver en el cuadro 1, en los años del 1983-1986 se quemó un promedio de 238 mil hectáreas, variando desde un mínimo de 152 mil en 1985 a un máximo de 290 mil en 1986 (2). Aunque un poco menos del 10 por ciento de la superficie total afectada cae dentro de los límites jurisdiccionales de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo (véase cuadro 2), estos incendios son importantes por el tipo de vegetación que destruyen en estos ecosistemas tropicales tan sensitivos. Como se ve en el cuadro 3 los incendios forestales consumen entre un 20 a un 80 por ciento de la vegetación arbolada dependiendo del estado donde ocurren. Los daños a la vegetación arbustiva y pastos y herbáceas son menores (2).

Cuadro 1--Superficie total afectada por incendios forestales en México, años 1983-1986.

Año	Superficie total (ha)
1983	272,000
1984	236,032
1985	152,124
1986	290,815
Promedio	237,743

Cuadro 2--Número de incendios forestales y superficie afectada para los Estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo; años 1983-1986.

Estado	Número de incendios	Superficie afectada (ha)
Campeche	38	328
Yucatán	12	438
Quintana Roo	125	1229
Total	175	1995

Cuadro 3--Tipo de vegetación afectada por incendios forestales en los Estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo durante el 1986.

Tipo de Vegetación	Campeche	Yucatán	Quintana Roo
(Por Ciento)			
Arbolado	60	80	20
Arbustiva	20	8	47
Pastos y herbáceas	20	12	33

Estimaciones preliminares del valor comercial productivo perdido en los recursos forestales del clima templado frio del país ascienden a cerca de 113 mil pesos por hectárea. Asumiendo que solo el 50 por ciento de la superficie total afectada está en el clima templado frio (119 mil ha) esto produciría una pérdida de 13,447 miles de millones de pesos. Al presente tipo de cambio (950 pesos por U.S. dólar) esto equivale a un poco más de 14 millones de dólares. Esto representa una pérdida cuantiosa no importa en el tipo de moneda que se mida. Más importante aún, es el hecho de que esta estimación de pérdida incluye solamente el valor comercial del producto dañado; no incluye las pérdidas ocurridas a otros recursos del área



como agua potable, recreación, embalses, caza y pesca silvestre, o costos de plantación adicional. Si se estimaran todos estos costos las pérdidas serían sustancialmente mayores.

Un proceso de planificación y análisis para el manejo de incendios forestales nos permite varias cosas. Entre ellas, nos serviría para hacer una planificación de la inversión financiera necesaria para los programas de manejo de incendios forestales. Además, sirve para desarrollar los presupuestos anuales para dichos programas. Provee un proceso formal para la integración del proceso de planificación de manejo de incendios con el proceso de planificación de manejo y uso de los terrenos y recursos naturales. Permite el establecimiento de un proceso de análisis presupuestario consistente para evaluar la eficiencia económica y efectividad de los programas de manejo de incendios forestales a nivel nacional y regional. Provee además, un mecanismo para determinar aquellas necesidades y recursos para combatir incendios forestales que son de carácter nacional o regional.

Operacionalmente, un programa como este permitiría identificar el programa de manejo de incendios más eficiente y proveería información sobre la composición de los programas para los records de planificación. Identificaría también, los costos anuales del programa, el efecto esperado de los incendios sobre los recursos, y el valor monetario de estos efectos (valor del cambio neto en los recursos). Además, proveería información sobre las consecuencias de diferentes alternativas de programas de manejo de incendios forestales.

El proceso de planificación es un proceso integral y multidisciplinario para la toma de decisiones. Los problemas se discuten en alternativas de manejo bien amplias y las alternativas a su vez se evalúan en término de los criterios de planificación establecidos. La alternativa de planificación seleccionada se convierte en un plan operacional. La implementación de ese plan se evalúa continuamente para asegurar que es consistente con los criterios de planificación y los objetivos de manejo establecidos.

Este proceso de planificación requiere una gran cantidad de información histórica sobre el problema de incendios en terrenos protegidos por el Estado y también en terrenos privados colindantes. A continuación presentaré y discutiré, donde sea necesario, los diferentes tipos de información necesaria para desarrollar e implementar un programa de manejo de incendios forestales.

### Información Necesaria

La información necesaria para desarrollar este proceso de planificación es extensa y variada. Se necesita información histórica sobre varios aspectos del origen y comportamiento de los incendios y también información económica sobre los recursos que se están protegiendo. A continuación sigue una relación de la información pertinente.

### Información Físico-Geográfica

Área de Protección--El área que se va proteger tiene que dividirse en unidades de tamaño que sean posibles de manejar. Es decir, unidades administrativas que no sean demasiado grandes--por ejemplo un Estado, ni demasiado pequeñas--por ejemplo 10 hectáreas, para las cuales no se puede planificar adecuadamente. Las áreas se pueden dividir por ejemplo en Bosques, Distritos, Reservas Naturales u otra subdivisión similar.

Mapas de Pendientes--Se tiene que hacer mapas de todas las áreas de protección indicando el nivel de las pendientes en las mismas. Esta información es necesaria para poder planificar el envío de unidades de ataque inicial cuando se descubre algún incendio forestal. Además, sirve para indicar cuánto tiempo se tarda en llegar al siniestro desde la base de despacho.

Mapa de modelos de Combustibles--Los modelos de análisis actualmente en uso dependen de su interpretación del comportamiento potencial de los combustibles. Las condiciones existentes o futuras de los combustibles del área deben describirse en término de modelos de combustibles representativos para el área de planificación. Se pueden usar uno o mas modelos para representar las condiciones existentes en el área de estudio dependiendo de la homogeneidad de los combustibles sobre el terreno. Los modelos seleccionados se pueden identificar en un mapa del área de planificación.

Además, se necesita identificar los cambios que van a ocurrir en los diferentes tipos y niveles de combustibles disponibles en todas las áreas de protección, por causa de las quemadas o por cualquier otra actividad durante el período de planificación. Es importante también, saber el comportamiento de dichos combustibles bajo



diferentes regímenes de condiciones atmosféricas para poder planificar su combate.

Descripción del Régimen de Incendios--Hacer una descripción breve del efecto natural de los incendios sobre el área, la historia, combustibles y el impacto de los programas intensivos de supresión de incendios forestales, incluyendo la interrupción natural en el ciclo de los incendios.

Entre otras, se debe considerar la composición vegetativa presente en relación con la composición vegetativa potencial en presencia del ciclo natural de incendios. También, se debe ver cómo la composición vegetativa presente se relaciona con incendios pasados y la supresión de incendios. Se debe además, considerar cuáles son los cambios en la composición vegetativa que se pueden esperar por causa de incendios futuros.

Zonas de Análisis de Manejo de Incendios--Para poder analizar adecuadamente el problema de incendios forestales, las áreas de protección deben dividirse en zonas de análisis con comportamiento de fuego similar. Es decir, en zonas donde la pendiente de los suelos, el tipo de combustible y el número de incendios anuales es similar en estructura y comportamiento.

Mapa de Historia de los Incendios--Este tipo de mapa es necesario para determinar el número de incendios por año que ocurre en las diferentes zonas de análisis identificadas. Se debe tratar de obtener información para un período de por lo menos 10 años. Este período se puede reducir dependiendo del número de incendios que ocurren anualmente en el área bajo estudio. En áreas donde el número de incendios es mayor de 100 anualmente, por ejemplo, la recolección se puede reducir a sólo los últimos 5 años de información. Para aquellos incendios que escapan el ataque inicial se debe obtener información por tamaño y lugar de ocurrencia por espacio de 20 años por zona de análisis. La razón para este período tan largo es el pequeño número de incendios que escapan generalmente el ataque inicial y se convierten en grandes siniestros.

La historia de los incendios debe cubrir el período en que estos ocurren, frecuencia con que ocurren, cuál es el número y hectáreas quemadas, el promedio anual de incendios, nivel de intensidad, día y hora de descubrimiento, causa estadística, y la localización de los mismos. Los incendios deben estar geográficamente bien representados en el mapa de historia de los incendios.

Historia del Uso de Quemadas Controladas--Se debe hacer una descripción breve del programa de quemadas controladas en efecto incluyendo las hectáreas quemadas por objetivo por los últimos 5 años.

Áreas de Incendios Representativos--Dentro de las zonas de análisis de manejo hay que identificar áreas de incendios representativos, o sea, áreas con incendios que tienen características similares, con la misma frecuencia o donde el tipo de despacho inicial es similar. Esto permite hacer un muestreo de los diferentes tipos de incendios que ocurren en las áreas de análisis de manejo en vez de medir todos y cada uno de los incendios que ocurren.

Inventario de Recursos--En esta sección se hace un inventario de todos los recursos de detección y combate de incendios forestales que se tienen disponibles--cuadrillas de combate terrestre, tanques cisternas, camiones bombas, helicópteros, tanques aéreos, otros--incluyendo recursos de otras agencias, tanto públicas como privadas, que estén regularmente disponibles para combatir incendios forestales. Si los recursos de agencias cooperadoras no están generalmente disponibles para combatir incendios no se deben incluir en esta lista de recursos. Además, se identifican aquellos otros recursos que se planea obtener a través del año. Aquí se identifica también, el tiempo de recorrido que le toma a los diferentes recursos llegar a las diferentes áreas de incendios representativos dentro de las zonas de análisis de manejo de incendios.

Como parte de los récords históricos, en el inventario de recursos se necesita hacer también una descripción de la dirección y prácticas vigentes en los programas de manejo de incendios forestales

Información Meteorológica--Se necesita documentación histórica diaria de las observaciones meteorológicas hechas por las estaciones de tiempo de incendios. Hay que hacer una descripción geográfica del área donde están estas estaciones representativas de cada incendio histórico y cada zona de análisis de manejo de incendios forestales.

#### Información Económica

Como parte de los récords históricos necesarios, hace falta saber la información económica de los programas de manejo de incendios forestales. Esto

es necesario para poder evaluar diferentes alternativas de manejo.

Costo de los Programas de Manejo--Hace falta identificar los costos anuales de todos los elementos de los programas de manejo bajo el plan de operaciones actual por los menos por los últimos tres a cinco años. Esto da una idea de en qué elementos del programa de manejo de incendios se gasta la mayor parte del presupuesto y si la eficiencia económica de los mismos justifica su costo. Brinda también, información sobre qué cambios se pueden hacer en la composición de los programas sin afectar la eficiencia total del programa de manejo.

Cambio Neto en el Valor de los Recursos--Para poder determinar el cambio neto esperado en el valor de los recursos naturales económicos identificados en los planes de manejo de incendios, se necesita antes que nada poder reconocer el efecto de los incendios sobre los recursos, identificar cuáles son esos efectos, desarrollar una medida económica y cuantificar los efectos. Para los diferentes recursos identificados se necesita:

1. determinar su producción total anual en ausencia de incendios forestales;
2. determinar su producción total durante el período de planificación en ausencia de incendios forestales; y
3. determinar su producción total durante el período de planificación en presencia de incendios forestales.

Generalmente los siguientes recursos son identificados en los programas de manejo. Esta lista no es exhaustiva y sirve sólo de ejemplo.

1. Madera comercial
2. Pastos comerciales
3. Producción de agua: uso doméstico y uso comercial
4. Recreación: dispersa y concentrada
5. Hábitat para animales silvestres
6. Hábitat para peces
7. Estructuras

Como parte del análisis económico se necesita expresar tanto el valor de los recursos identificados como el costo de los programas de

manejo en la misma unidad monetaria y en el mismo año base. Para esto hay que ajustar, tanto los costos como el cambio neto en el valor de los recursos, por el nivel de inflación o descontar al presente por el índice de precios apropiado.

### Evaluación de los Programas de Manejo de Incendios Forestales

Una vez toda la información necesaria para desarrollar el sistema de planificación y análisis de programas de manejo de incendios está completa se puede comenzar a evaluar los programas de manejo. Usando modelos de simulación como los identificados en González Cabán (3) se puede hacer una evaluación económica de las diferentes alternativas de programas de manejo que se pueden establecer para alcanzar los objetivos de protección y producción indicados en los planes.

### Análisis de los Programas

El análisis de las situaciones de manejo dentro de los programas requiere (1) una evaluación interdisciplinaria de las prácticas de manejo existentes, la capacidad de producción de recursos naturales del área, y otras consideraciones especiales a nivel del bosque o unidad de planificación; (2) identificación de las oportunidades disponibles para mejorar la producción de bienes y servicios o usos especiales del área; y (3) priorizar las diferentes alternativas de prescripciones y niveles de manejo identificados en el proceso de planificación para luego concentrar el análisis más detallado en un número menor de alternativas. Luego de todo este proceso de análisis es que se selecciona un programa de manejo de protección contra incendios forestales.

### Conclusiones y Resumen

Con la información presentada aquí y los modelos de simulación adecuados se puede desarrollar un Sistema Nacional de Planificación y Análisis para el Manejo de Programas de Protección Contra Incendios Forestales. Un sistema nacional de planificación y análisis permite a los administradores de terrenos, tanto públicos como privados, con responsabilidad de protección contra incendios forestales, hacer un mejor trabajo diario al igual que una mejor planificación de sus actividades para el futuro. Entre otras le permite, más específicamente, a los administradores lo siguiente:



1. Mantener un programa de fuego más balanceado en términos de:
  - a. recursos como personal, equipo, materiales, y otros;
  - b. legislación--provee el análisis necesario y herramientas de comunicación para trabajar con legisladores y superiores;
  - c. autonomía entre agencias estatales--ayuda a resolver problemas territoriales; y
  - d. establecimiento de objetivos--establece las razones para la necesidad del programa de protección.
2. Provee información sobre causa y efecto de los incendios a través de la historia de los incendios forestales. Provee además, la oportunidad de visualizar varios escenarios y relacionarlos con los presupuestos disponibles y los costos de oportunidad de esos programas.
3. Permite hacer un análisis económico de las diferentes alternativas de programas de manejo de incendios forestales y/o de diferentes elementos particulares dentro de los programas, ej., helicópteros contra cuadrillas terrestres.
4. Ayuda a mantener la continuidad entre unidades comparables.
5. Ofrece la oportunidad de hacer preguntas del tipo: ¿Qué pasa si...?

Este último ítem es significativo pues ayuda en la determinación de los posibles efectos de diferentes cambios en los programas de manejo de incendios forestales.

Aunque un sistema nacional de planificación y análisis nos permite hacer muchas cosas para mejorar nuestra habilidad de administrar los programas de manejo de incendios forestales, no debemos pensar que dicho sistema es la panacea para todos nuestros problemas. Hay muchas cosas que no se pueden hacer, entre otras, un sistema como este no está diseñado para propósitos tácticos u operacionales, es decir, no es un sistema para el despacho de unidades de combate. Como consecuencia, no es una herramienta para

determinar qué equipo de protección se debe comprar. Otro cuidado que se debe tener con este tipo de sistema es la tendencia a sobre-utilizar los resultados del análisis para beneficio de la agencia. Esto último puede causar muchos problemas en el ámbito político-institucional.

En resumen, podemos decir que la interrelación entre los programas de manejo de incendios forestales y los programas de manejo de los recursos naturales, hace imprescindible el desarrollo de un sistema nacional de planificación y análisis para el manejo de incendios forestales, que provea la información pertinente sobre los efectos de los incendios forestales a los programas de manejo de recursos naturales. Generalmente, los planes de manejo en muchas unidades administrativas forestales es la sumatoria de los planes individuales preparados para los diferentes recursos y funciones. En muchos casos, esta práctica resulta en planes subóptimos y en conflictos directos entre varias actividades funcionales.

Por último, las pérdidas económicas causadas por los incendios forestales en México son de tal magnitud que requieren una planificación integral de los programas de protección contra incendios forestales y los programas nacionales de uso de los terrenos. Hay que hacer un esfuerzo conjunto para lograr una mayor eficiencia en el uso de los limitados fondos del estado en el desarrollo e implementación de los programas de protección contra incendios forestales.

#### Referencias

1. Correa, Raúl. La destrucción de los bosques genera hambre e injusticia: Jorge Castaños. Periódico UNO MAS UNO, Año IX, Número 3215, octubre 17 de 1986.
2. Martínez Domínguez, Roberto. Subdirector de Incendios Forestales, Dirección General de Normatividad Forestal, SARH. (Conversación telefónica con Armando González Cabán el 21 de enero de 1987.)
3. González Cabán, Armando. El Uso de modelos de simulación en la evaluación económica de programas de protección contra incendios forestales. La experiencia norteamericana. Revista Interamericana de Planificación; XX(78):149-164, junio de 1986.



Resumen.- Se señalan algunos factores que se requieren para el mejor entendimiento de los ecosistemas tropicales y se comenta el papel que pueden desempeñar los inventarios forestales para obtener la información que permita su conservación y consecuentemente su mejor aprovechamiento.

Abstract.- The paper remarks some basic knowledge required for the best understanding of the tropical forest ecosystems, and take note of the forest inventory role, for to help to obtain the information needed for the conservation and consequent best management of tropical forests.

### Introducción

Los bosques tropicales contienen la mayor diversidad genética y biológica de todas las comunidades terrestres, y su destrucción masiva está ocurriendo cuando el entendimiento de su organización, dinámica y taxonomía, son aún precarios.

En esas regiones, en donde la diversidad de ecosistemas está asociada con la complejidad de las interacciones entre especies, la ruptura de la interdependencia ecológica produce inestabilidad y puede conducir a la extinción de una o más especies, y ser el inicio de una reacción en cadena que afecte a todo el ecosistema.

Lo anterior justifica plenamente la necesidad de acciones para la conservación de los ecosistemas forestales, resaltando el compromiso de nuestra generación, hacia las del futuro, las cuales también tienen derecho a esos recursos.

La conservación de un recurso ha sido definida como el conjunto de acciones y políticas que aseguren su continua disponibilidad y existencia, y esta puede ser realizada dentro del propio ecosistema (In-Situ) o bien estableciendo poblaciones de las especies de interés fuera de ellos (Ex-Situ).

Es muy importante señalar que las selvas naturales contienen especies cuyas propiedades aún son desconocidas y que pueden tener un uso potencial para diversos propósitos. Además contienen muchos de los ancestros de las plantas cultivadas que son la base de nuestra alimentación, y de la producción de otros bienes, además de representar la posibilidad de constituirse en fuentes de materiales genéticos para introducir resistencia a plagas y enfermedades, rusticidad, etc.

Los inventarios forestales, herramienta básica de la Silvicultura, pueden contribuir al conocimiento de la dinámica y estructura de los ecosistemas tropicales, coadyuvando en esa forma a su conservación, y constituyéndose así en el eje de las acciones silvícolas que permitan una producción sostenida de bienes satisfactorios, sin menoscabo de la persistencia de los recursos.

### Los Recursos Forestales Tropicales.

#### Magnitud de los Recursos Forestales.

Estudios realizados por la FAO (1963) reportan una superficie forestal mundial de 3704 millones de hectáreas; de ellas 1216 de bosques de coníferas (33%) y 2488 millones de ha, de no coníferas (67%).

LANLY (1982) en el trabajo más completo sobre los Recursos Forestales Tropicales, reporta para los 76 países estudiados, un total de 2968 millones de ha, de las cuales 1935 corresponden a formaciones arbóreas no afectadas por prácticas agrícolas, 624 a zonas con vegetación arbustiva y 409 a terrenos abandonados por la agricultura.

#### Alteración y Pérdida de Recursos.

LANLY (1982) resalta que para los 76 países estudiados, que cubren el 79% del área tropical del mundo, anualmente son desforestadas 7.5 millones de hectáreas de selvas densas y 3.8 millones de hectáreas de sabanas y cerrados, totalizando 11.3 millones de ha anuales.

Lo citado, sólo considera la desforestación en un sentido irrestricto, o sea la desforestación total de la masa arbolada y el consecuente cambio en el uso del suelo.

Por su parte Roche y Dourojeanni (1984) indican que existen aprovechamientos forestales en 4.4 millones de ha de selvas densas anualmente. Estas selvas, aunque no sean totalmente desforestadas, sufren la explotación de algunas especies arbóreas con la consecuente alteración del resto de la masa.

---

1/ Fernando Patiño Valera, Director del Centro de Investigaciones Forestales del Trópico Húmedo del INIFAP-SARH, Campeche, Camp.

Sumando las superficies antes indicadas, se tiene anualmente un total de 15.7 millones de hectáreas de selvas tropicales en diferentes grados de perturbación.

#### Causas de la Pérdida de Recursos

Las presiones de la humanidad sobre los ecosistemas forestales del mundo, han sido siempre muy intensas y han estado asociadas principalmente al aumento de las poblaciones humanas y de sus animales; si bien, el aprovechamiento de los recursos maderables y otros productos forestales pueden también poner en peligro la existencia de las poblaciones vegetales.

Los bosques tropicales son destruidos y perturbados por 3 causas principales:

- ° Cambio de Uso del Suelo.  
Agricultura, ganadería, fruticultura, asentamientos humanos, vías de comunicación, construcción de presas, explotación del subsuelo, construcción de líneas telefónicas o de conducción eléctrica, etc.
- ° Aprovechamiento Inadecuado, por:
  - Desconocimiento de la dinámica de los ecosistemas.
  - Aprovechamiento selectivo de pocas especies.
  - Desconocimiento de tecnologías para el aprovechamiento de maderas duras tropicales.
- ° Otros Factores.  
Incendios, plagas, enfermedades, fenómenos meteorológicos.

El poco entendimiento de muchos fenómenos que se interrelacionan en los ecosistemas forestales y participan en sus procesos dinámicos y evolutivos, ha frenado la aplicación de mejores técnicas silvícolas que permitan un rendimiento sostenido de la producción de madera y otros satisfactores, sin menoscabo de la persistencia de los recursos tropicales, y en beneficio de la población rural.

Ese desconocimiento genera que los bosques tropicales sean subutilizados y su persistencia se vea amenazada, ya que no representan un atractivo permanente para el campesino, el cual prefiere quemar la vegetación forestal para establecer cultivos agrícolas, generalmente a través del sistema roza-tumba-quema, que le permitan su subsistencia.

A pesar de la diversidad y gran número de especies por hectárea que ocurren en los ecosistemas forestales tropicales, pocas son las que actualmente están siendo utilizadas en forma comercial. La causa de lo anterior es el desconocimiento de las propiedades tecnológicas de la madera, o bien su extrema dureza que dificulta su aprovechamiento y consecuentemente los procesos de aserrío, secado, maquinado y acabado, necesarios para su utilización en la

fabricación de artefactos de madera, para la construcción, o bien como elementos decorativos. Esas especies están siendo utilizadas en la actualidad para la fabricación de durmientes para las vías férreas, o bien son quemadas en los procesos de cambio de uso del suelo.

#### La Diversidad de los Ecosistemas Tropicales.

##### Diversidad Biológica.

Los bosques tropicales presentan una estructura sumamente compleja en donde ocurren interacciones entre vegetación y fauna, que permiten la polinización y la dispersión de semillas, intensificando con ello el flujo de genes entre plantas y permitiendo, consecuentemente, la supervivencia de muchas especies tropicales.

FRANKEL y SOULE (1981) comentan que la biosfera es un mosaico de habitats, con diferentes tipos de bosques presentando diversos grados de perturbación. Por su vez KAGEYAMA (1986), resalta que el mosaico de parches que se presenta en los bosques tropicales está estrechamente relacionado con las etapas de sucesión secundaria presentes en esos bosques. Para efectos de conservación genética es muy importante el comprender la diversidad y estructura de esos parches que constituyen los ecosistemas tropicales.

Sobre este particular, SARUKHAN (1984) comenta que los ciclos periódicos de perturbación natural, es la fuente que mantiene la diversidad florística de los bosques tropicales al generarse constantemente áreas de sucesión. A la vez, continúa el autor, es el factor que imprime las características de estructura y por lo tanto de densidad y de tamaño de los elementos que forman la comunidad vegetal en cada porción de la misma.

Kageyama (1986) resalta el hecho de que a pesar de que muchos autores reportan una distribución agrupada para muchas especies, la mayoría de los estudios fitosociológicos indican un alto porcentaje de especies raras. Así Silva y López (1983) citados por Kageyama encontraron que solo el 8% de las especies arbóreas en los bosques del Amazonas, mostraron una densidad mayor a 3 plantas por hectárea. NG (1983) citado por el mismo autor, descubrió que el 38% de las especies arbóreas en bosques de Malasia, estaban representados por 1 solo individuo en una superficie de 23 hectáreas.

Kageyama y Patiño (1985) ilustran la diversidad florística de los ecosistemas tropicales e indican que usualmente pueden estar presentes en una hectárea hasta 300 especies arbóreas diferentes, es importante resaltar que el número de especies e individuos por hectárea varía en función al estadio sucesional en el que se encuentra la masa. Estudios en marcha en Campeche (Vaca 1987), muestran que en las primeras etapas de la sucesión (8-10 años) se presenta un gran número de individuos (1500) por ha, de relativamente pocas especies (20-30).



Conforme la sucesión va avanzando, se van incorporando nuevas especies, y se va disminuyendo el número de individuos por unidad de área. En las etapas más avanzadas (más de 50 años) se presenta un mayor número de especies (50) y se disminuye relativamente el número de individuos (870). (Figura 1).

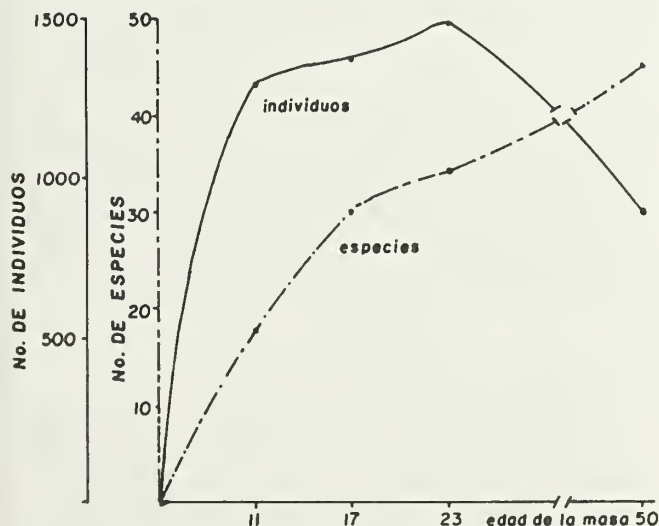
Además de los patrones de distribución de las especies es importante considerar la existencia de especies endémicas que según FAO (1984) son muy frecuentes en los trópicos. KAGEYAMA (1986) resalta el hecho de que las especies endémicas son muy susceptibles a la extinción ya que cualquier perturbación puede fácilmente hacer decrecer la población a niveles menores a los críticos.

La complejidad de los ecosistemas de los bosques tropicales, con la predominancia de una alta variabilidad de especies, patrones distintos de distribución de las especies, alta frecuencia endémica e interrelaciones planta-polinizador y planta dispersor, presenta grandes dificultades para su conservación in-situ, por lo que se requieren estudios más profundos de estos ecosistemas, así como de las interrelaciones entre las especies que los componen, para su entendimiento y consecuente preservación.

#### Diversidad Genética.

Según KAGEYAMA (1986), la diversidad genética o la variabilidad debida a las diferencias en los alelos puede ocurrir a diferentes niveles: a) de especies dentro de un ecosistema; b) de población de especies. La caracterización de esos diferentes niveles de diversidad es esencial para la planeación de la conservación genética.

FIGURA 1: DINAMICA DE LA COMPOSICION DE DIFERENTES ETAPAS SUCESIONALES (NUM. DE ARBOLES/HA. Y NUM. DE ESPECIES)



Fuente: VACA 1987

La diversidad genética a nivel de especies en los ecosistemas ha mostrado, en la mayoría de los estudios, la presencia de variación genética significativa.

La estructura genética de una especie, de acuerdo con KAGEYAMA y PATIÑO (1985); también debe ser considerada como un patrón de variación genética que existe dentro y entre poblaciones, y el cual está determinado por numerosos y complejos factores. Como fue señalado por HAMRICK (1983), las características que influyen la distribución de la variación genética en las especies de plantas incluyen su distribución geográfica, el tamaño efectivo de la población, su modo de reproducción, su sistema de cruzamiento, mecanismos de dispersión de semillas y la etapa sucesional en la que la especie es frecuente. FRANKEL y SOULE (1981) también indican que desde un punto de vista evolutivo, la estructura genética de las poblaciones también depende de la tasa de migración y de la historia de la población.

#### La Conservación de los Recursos Forestales.

##### Principios y Prácticas en la Conservación Genética.

Frankel y Bennet (1970) hacen una importante distinción entre la conservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio genético. Según los autores la conservación de la naturaleza tiene por objeto la protección de las zonas representativas de hábitats y comunidades que se puedan identificar. La conservación del patrimonio genético va aún más lejos; afecta las diferencias genéticas que se sospecha existen y que no es posible identificar fácilmente. Por tanto, la conservación genética exige una muestra de poblaciones que cubran grandes extensiones. Una reserva genética debe englobar toda una gama de variabilidad ecológica para ofrecer el espectro de la variabilidad genética presente en los ecosistemas.

La preservación tiene como finalidad guardar todos los alelos y ciertos esquemas de distribución alélica. Los enfoques de la adaptabilidad buscan mantener la diversidad total necesaria para asegurar la capacidad de una especie o de una población para adaptarse a cambios ambientales.

La definición de criterios para indicar el verdadero tamaño de las áreas para conservación de los recursos genéticos varía en función a la especie, distribución espacial, modo de reproducción, etc. Van Steenis (1971), indica que para conservar un bosque tropical se requiere de una superficie de 500 ha; Nichols sugiere 250 ha para las reservas científicas de los bosques de Nueva Zelanda y Shanklin (1951) afirma que 400 ha bastarían para cualquier bosque de norteamérica, todos estos autores, citados por Roche (1978 a).



Frankel (1970), citado por Roche (1978 b) identificó los principales componentes para establecer las estrategias de la conservación genética: la naturaleza del material a conservar y el objetivo y magnitud de la conservación.

La naturaleza del material es definida por la duración del ciclo de vida, la forma de reproducción, tamaño de los individuos, condición ecológica, distribución espacial, abundancia y frecuencia en las poblaciones, etc. El objetivo determina el grado de integridad esencial para conservar la especie. La magnitud de la conservación, se refiere al tiempo durante el cual se pretende conservar la especie y también la superficie y el espacio al que el programa se refiere, una localidad, una región, un continente, etc.

La coevolución tiene asegurada la interdependencia de plantas y animales; en las selvas tropicales muchos animales dependen de las especies arbóreas para su alimentación y ayudan a mantener la sobrevivencia de ellas, ya sea actuando como vectores de polen o dispersando las semillas.

La mayoría de los autores reconoce dos alternativas principales para la conservación de los recursos genéticos: Conservación "In-situ" y Conservación "Ex-situ".

#### Conservación In-situ.

La conservación "In-situ" es definida como la manutención continua de una población dentro de la comunidad a la que ella pertenece y en el ambiente en el cual está adaptada (Frankel 1976).

Frankel (1977), indicó que la conservación "In-situ" es la conservación de los bosques naturales como acervos genéticos primarios; lo que permite la protección de los ecosistemas completos y cuya dimensión necesita de estudios cuidadosos principalmente de las interacciones entre las especies de plantas y animales presentes en el ecosistema.

#### Conservación Ex-situ.

La conservación Ex-situ implica que el material genético sea protegido en alguna localidad fuera del área de distribución de la población genitora. Se puede aplicar al material reproductivo como las semillas y el polen, conservados en los bancos de semillas o polen, o a árboles vivos plantados en arboretos, jardines botánicos o rodales de conservación, establecidos a partir de semillas o partes vegetativas, lejos de la población original.

En la conservación Ex-situ el objetivo es evitar la pérdida de recursos genéticos a través de una cuidadosa selección de las áreas de plantación y el desarrollo de técnicas apropiadas de cultivo.

#### Estrategias para la Conservación.

La elección de una estrategia de conservación para una población o una especie vegetal, estará determinada por la biología de la especie y por su utilidad y conocimiento por el hombre.

Cuando se tienen conocimientos sobre la biología reproductiva y la variación de la especie o especies a ser conservadas, es más fácil decidir cual estrategia puede ser la más adecuada: In-situ o Ex-situ.

Entre los factores que influyen en la decisión tenemos:

- Especies que presentan semillas de difícil conservación cuya viabilidad no se conserva mucho tiempo; semillas grandes de difícil dispersión y alto contenido de grasas; especies primarias que necesitan sombreado; en este caso la opción lógica es la conservación In-situ.

Las especies heliófilas, pioneras, secundarias, colonizadoras, que aparecen naturalmente en rodales con pocas especies se pueden conservar en rodales de conservación Ex-situ. En este caso tenemos los Eucalyptus, Pinus, Gmelina, Tectona, etc.

La mayoría de los esfuerzos en la preservación de las especies forestales han sido conducidos principalmente en la conservación Ex-situ que en la conservación In-situ debido a:

- La silvicultura en el mundo se ha concentrado en pocas especies forestales, las cuales han sido la base para las plantaciones comerciales, principalmente heliófilas e intolerantes, por lo tanto pueden ser establecidas fácilmente en plantaciones puras o monoespecíficas.

- El manejo de los bosques ha sido concentrado principalmente en los ecosistemas templados y los avances de la silvicultura en las selvas tropicales han sido prácticamente nulos.

- El establecimiento de áreas de conservación In-situ es muy difícil y no tiene un gran desarrollo; en la mayoría de los casos, cuando se ha realizado algún programa con este objetivo, generalmente se ha dirigido a proteger especies animales dando poca atención a los recursos florísticos.

#### Tamaño de la Población.

Al intentar asegurar la conservación In-situ de los recursos genéticos de una determinada especie, tenemos que enfrentarnos a una pregunta fundamental: ¿Cuál es la cantidad mínima de individuos a mantener en una área o áreas protegidas, para conservar el total del espectro de la variación genética dentro de una especie?

Considerando los ecosistemas tropicales, de los cuales existen pocos datos y basados en trabajos experimentales con poblaciones de animales, varios investigadores han sugerido el valor de 50 como tamaño mínimo efectivo de una población necesaria para una adecuación a corto plazo con buena sobrevivencia, y de 500 para sustentar a largo plazo una adaptabilidad genética a los cambios. (Frankel, 1982); Frankel y Soule 1981; Roche y Dourojeanni, 1984.

Otros autores indican estimaciones similares, por lo tanto, según Roche y Dourojeanni (1984), una vez identificada una especie determinada y cuando se dispone de datos de inventario es posible determinar la superficie necesaria para contener el mínimo de 500 individuos de la especie. Un número mayor o menor necesitará del conocimiento de la variación genética de la especie de interés, así como ajustar el tamaño efectivo de la población, según el ritmo de cambios observados a nivel de la variación.

Es importante señalar que la presencia de cualquier especie en un ecosistema forestal, está fuertemente ligada tanto biológica como ecológicamente con otras especies vegetales y animales. Por lo tanto el tamaño y la forma de las áreas sobre la base de una población mínima de 500 representantes puede ser variable para incrementar las oportunidades de conservación de todos los integrantes del ecosistema.

#### Los Inventarios Forestales y la Conservación.

HUSCH (1971) indica que los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad de madera en un bosque; en este sentido, el inventario forestal trata de describir la cantidad y calidad de los árboles y muchas de las características de los terrenos en donde ellas crecen. El autor citado resalta que un bosque no es simplemente una cantidad de madera sino una asociación de plantas vivas que debe tratarse como una riqueza renovable.

En un inventario forestal se pretende la descripción cualitativa y cuantitativa de un bosque. Generalmente el objetivo perseguido por el inventario se orienta más a la cuantificación de la madera existente; sin embargo, en función del interés pueden ser incluidos otros valores a ser inventariados como es el caso de la información ecológica silvícola que viene siendo o fue tomada en muchos de los inventarios que se han realizado en masas forestales.

Considerando las necesidades de información que se requieren para realizar un programa de conservación in-situ de recursos genéticos forestales tropicales, es importante que en los inventarios que se realicen se continúe tomando la información sobre aspectos ecológicos recomendándose la participación de técnicos especialistas de las áreas correspondientes del conocimiento, para que participen en la planeación, ejecución y evaluación de tales programas.

Uno de los problemas principales es la identificación de las especies, que debe ser precisa para dar una idea exacta de su ubicación y comportamiento dentro del ecosistema.

La conservación genética requiere del conocimiento de las formas en que las diferentes especies constituyentes del ecosistema se distribuyen espacialmente, de su frecuencia y abundancia, además de otros parámetros que permitan obtener los índices de dominancia dentro de la estructura, para que en conjunto permitan interpretar la dinámica de esa comunidad.

Es necesario también, el conocimiento de aquellas especies que son escasas, en función de su distribución espacial dentro del ecosistema, ya que para que sean efectivos los métodos utilizados en la conservación se debe captar la diversidad genética mínima necesaria.

Es indudable que la distribución de las especies, con individuos agrupados o aislados dentro del ecosistema, y su frecuencia y abundancia, están directamente influenciados por las interrelaciones con los vectores de polinización y dispersión de semillas que interactúan en la comunidad vegetal, por lo cual, si queremos manejar los recursos tropicales en base a una producción sostenida, y sin menoscabo de su persistencia, es menester entender esas interacciones.

Los recursos tropicales están desapareciendo a pasos agigantados y todavía no entendemos las complejas relaciones existentes entre las especies vegetales y animales dentro de las comunidades tropicales, sin embargo, en una acción de equilibrio natural, los bosques tropicales reinician una y otra vez los procesos de sucesión que permiten tanto la diversidad de especies como la diversidad genética presente en ellos.

Un tipo de inventario, que puede ayudar a cubrir estas lagunas del conocimiento, es el que está siendo aplicado en el Sureste de México y que proporciona en gran medida la información requerida. Esta metodología denominada "Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS)", desarrollada por Manzanilla (1980), la cual pretende conocer la estructura de los bosques tropicales y que cuando es utilizada simultáneamente en diferentes etapas sucesionales permite también obtener información sobre la dinámica de esas masas forestales; puede ser la alternativa que genere la información básica para la mejor comprensión de los ecosistemas y permita así, el surgimiento de metodologías de manejo silvícola más adecuadas para los bosques tropicales.

Los silvicultores tenemos la obligación moral con las generaciones futuras, de preservar los recursos tropicales existentes, para que continúen proporcionando a la humanidad, los bienes satisfactorios que tradicionalmente le han ofrecido. Los Inventarios Forestales, como una herramienta básica dentro de la silvicultura, deben ofrecer la información necesaria para conocer la dinámica de esas masas forestales, para de esa forma propiciar



su correcto aprovechamiento y conservación. Los inventarios se realizan en donde existen recursos no en donde los recursos se han agotado.

#### Bibliografía Consultada

FAO, 1963. World forest inventory, Rome, FAO.

FAO, 1984. Conservación In-situ de los recursos fitogenéticos. Bases científicas y técnicas Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

FRANKEL, O.H. y E. BENNET, 1970. Genetic resources. In O.H. Frankel y E. Bennet (Eds) Genetics resources in plants: their exploration and conservation. Blackwell Scientific Publications Oxford: 7-17.

FRANKEL, O.H. 1977. Philosophy and strategy of genetic conservation in plants in: World Consultation on Forest tree breeding, 3, Canberra. Proceedings, Canberra, CSIRO p. 192-205.

FRANKEL, O.H. 1982. Genetic principles of In-situ preservation of plant resources In: SK. Kain y K.L. Mehra (Eds), Conservation of tropical plant resources. Botanical survey of India pp. 55-65.

FRANKEL, O.H. y M.E. SOULE, 1981. Conservation and evolution. Cambridge University Press, 327 p.

HAMRICK, J.L. 1983. The distribution of genetic variation within and among natural forest population. In: C.M. Schonewald-Cox, S.M. Chamber, B. McBryde y W.L. Thomas (Edit). Genetics and Conservation. The Benjamin/Cummings Publishing Co: 335-343.

HUSCH, B. 1971. Planificación de un inventario forestal. FAO: Estudios de silvicultura y productos forestales N° 17, FAO, Roma, 135 p.

KAGEYAMA, P.Y. y F. PATIÑO V. 1985. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales: Factores que influyen en la estructura y diversidad de los ecosistemas forestales. Trabajo especial invitado presentado al IX Congreso Forestal Mundial, México.

KAGEYAMA, P. Y. 1986. In-situ conservation of plant genetic resources documento escrito a petición de la FAO para integrar una publicación sobre "Conservación In-situ de los recursos genéticos de las plantas". Sao Paulo.

LANLY, J.P. 1982. Los recursos forestales tropicales, estudio FAO: Montes N° 30 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 113 p.

MANZANILLA, H. 1980. Los sitios permanentes de investigación silvícola del INIF - México (mimeografiado).

ROCHE, L.R. 1978 a. Antecedentes biológicos. In: Metodología de la conservación de los recursos genéticos forestales. FAO. Roma, pp. 5:18.

ROCHE, L.R. 1978 b. Normas para la metodología de la conservación de recursos. In: Metodología de la Conservación de los Recursos Genéticos Forestales. FAO, Roma, pp. 113:119.

ROCHE, L.R. y M. Dourojeanni, 1984. Manual sobre la conservación In-situ de los recursos genéticos de especies leñosas tropicales. FAO, Roma, 161 p.

SARUKHAN, K.J. 1984. Requerimientos de información de los inventarios para selvas In: Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales INIF, Publicación Esp. N° 45, México, 164-171.

VACA, N.E. 1987. Estudio ecológico dasométrico de algunas fases sucesionales de una selva mediana subperennifolia. (En prensa).



IMPACTO DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS EN LOS  
BOSQUES TROPICALES, CASO SELVA LACANDONA,  
CHIAPAS, MEXICO 1/

ING. JUAN M. DIAZ CALERO 2/

---

The impact of human settlement is analyze in relation with -  
the less surface of the tropical forest in a zone of 46  
thousand hectare, within the Lacandona's Jungle. By means  
of use of aerial pictures taken with a difference of eight  
years. Also an analysis of economic resources of the  
founders of this zone is made.

During eight years the jungle's surface was reduced in a 12%  
but the disturbans and the agropecuary use increased in a -  
95% without the primary needs of the founders subsistence  
were determined then having the need to keep on practicing  
the systems of rubs-knock down-burns.

For the creation of new poblations place inside the jungle,  
a plan for the correct use of the surface was never deter--  
mined not even before of after. Before this actual situación  
a plan of development need to be modify about reality and  
not to permit more jungle's disturbans.

Se analiza el impacto de los asentamientos humanos en rela--  
ción con la disminución de la superficie de los bosques tro--  
picales en una zona de 46 mil hectáreas dentro de la Selva -  
Lacandona, mediante el empleo de fotografías aéreas tomadas  
con una diferencia de ocho años. También se hace un análi--  
sis somero de la problemática socio-económica de los poblado--  
res de esta zona.

Durante ocho años se redujo en un 12% la superficie de la -  
selva, pero la perturbación y el uso agropecuario se incre--  
mentó en un 95%, sin que las necesidades primarias de subsis--  
tencia de los pobladores se hayan resuelto teniendo entonces  
la necesidad de seguir practicando el sistema roza-tumba-que--  
ma.

Para la creación de nuevos centros de población en Selva, -  
nunca se determinó una planeación del uso adecuado del suelo  
ni antes ni después. Ante esta situación actual, se requie--  
re modificar planes de desarrollo apegados a la realidad y  
no permitir más la perturbación de las selvas.

---

### Introducción

La selva es un sistema complejo en equilibrio, pe--  
ro muy frágil ante la perturbación, debido a la  
diversidad de especies que alberga y la gran inter--  
acción de estos con su medio. Sin embargo, es el  
ser humano el que por su necesidad de existir tien--  
de a perturbar las selvas ya sea mediante el apro--  
vechamiento de una o algunas especies maderables -

o bien para el establecimiento de cultivos agríco--  
las o ganadería en forma extensiva.

Los efectos de esta perturbación han reducido drás--  
ticamente los bosques tropicales primarios; y esto  
es porque su capacidad de regeneración es limitada  
en tiempo y espacio. Sin embargo, esto no quiere  
decir que no se deba tocar la selva, sino lo que  
se debe hacer es que de acuerdo a nuestras carac--  
terísticas sociales políticas y económicas, la in--  
tervención sea racional y objetiva previo conoci--  
miento profundo de estas características.

---

1/ Documento presentado ante la Conferencia Inter--  
nacional sobre Evaluación de Tierras y Recursos pa--  
ra la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales.  
2/ Jefe del Departamento del Parque Desierto de -  
los Leones.- Comisión Coordinadora para el Desarro--  
llo Rural del Distrito Federal. México

En México, por necesidades de tierras para el cul--  
tivo agrícola o ganadero, las autoridades han de--  
terminado acciones de colonización hacia selvas -

en las cuales se pensó que el campesino pudiera resolver sus necesidades económicas ante una su-  
puesta pero ignorada riqueza de los suelos de esas selvas en los que se creyó era factible que al --  
establecer asentamientos humanos, estos pudieran tener elevadas producciones de granos y una gana-  
dería próspera. Sin embargo, nunca se tuvo la re-  
flexión de poner en balance todas las condiciones prevalecientes en este nuevo medio así como la --  
necesidad de planear lo más correcto posible las obras de infraestructura mínimas para la subsis-  
tencia de los nuevos pobladores.

Con el transcurrir del tiempo, los resultados de estas irreflexiones no se han dejado esperar, ya que la situación actual se manifiesta por cuanto a la alarmante reducción del potencial de los re-  
cursos forestales tropicales y lo que es más gra-  
ve aún, la miseria, ignorancia y desesperación en la que viven estos colonizadores.

En este sencillo análisis, se pretende demostrar mediante el empleo de la fotografía aérea, los -  
cambios que en la superficie de la zona cubierta por selvas se han manifestado a través del tiempo por el hecho de establecer asentamientos humanos y asimismo, hacer un somero análisis de la situa-  
ción económico-social que a la fecha viven los po-  
bladores de una porción de la Selva Lacandona del Estado de Chiapas; es decir, el área de influen-  
cia del nuevo centro de población conocido como "Frontera Echeverría", establecido en el año de -  
1976.

#### Antecedentes de la Selva Lacandona

Esta selva se localiza al norte del Estado de -  
Chiapas, teniendo una superficie aproximada de -  
1.2 millones de hectáreas. En ella se encuentran numerosas serranías alineadas de noroeste a suro-  
este formada por picachos y mesetas y la parte de los valles en donde corren los ríos. Hacia la -  
porción sur - sureste desaparecen gradualmente -  
las serranías y se caracteriza por la abundancia de ríos constituyéndose en esta porción extensas llanuras y valles.

En sí, lo que se conoce como selva Lacandona está delimitada al norte por una línea imaginaria entre las poblaciones de Palenque y Gregorio Méndez, Chiapas; al sur por la divisoria internacional entre México y Guatemala; al oriente por el -  
río Usumacinta y hacia el poniente por los ríos Jataté y Santo Domingo.

Aunque en esta selva el hombre ha tropezado con -  
dificultades originadas por las inclemencias de -  
la naturaleza, la falta de infraestructura (vías de comunicación, luz eléctrica, agua potable y --  
servicios) y la presencia de enfermedades endémicas, sigue avanzando con velocidad creciente la -  
destrucción del recurso forestal tan solo para -

sobrevivir con una agricultura de subsistencia.

En el avance disperso, lo mismo se utilizan cami-  
nos de saca de productos forestales, las vías flu-  
viales y pequeñas pistas de aterrizaje para fin--  
car caseríos en donde albergan sus familias, para luego iniciar sus cultivos agrícolas con el sis--  
tema roza-tumba-quema, de donde año con año resul-  
tan siniestros que en algunos sitios han dejado --  
al descubierto la roca caliza y otros está cam--  
biando la vegetación comercial por chaparrales y pastizales para fines ganaderos.

Tenencia de la Tierra.- Este representa un comple-  
jo problema ya que en superficie de 1.2 millones de hectáreas, fueron en otros tiempos propiedad -  
de la nación; sin embargo, a partir de la época porfiriana algunas superficies se concesionaron a empresas extranjeras; posteriormente otros go-  
biernos otorgaron en prioridad grandes superfi-  
cies a compañías deslindadoras quienes podrían enajenarlas y de esta manera se integraron algu-  
nos de los latifundios más grandes del Estado de Chiapas.

Por otra parte, se dice que de los asentamientos de la raza Maya, de los que ahora existen tan -  
solo quedan reductos, lo constituyen tan solo 65 familias ubicadas en los poblados de Lacanjá -  
Chanzayab, Metzaboc, Najá y el Cedro; sin embargo, la gran cantidad de ruinas mayas existentes y los centros ceremoniales dan fe de la importancia que tuvieron tales asentamientos.

En el año de 1972 y por Decreto Presidencial, a -  
estas 65 familias se les restituyeron sus tierras ancestralmente poseídas, con una superficie de 600 mil hectáreas.

Al paso del tiempo y como efecto de la explosión demográfica en los altos del Estado de Chiapas llegan a la selva Lacandona contingentes de grupos Tzeltales y Choles, los que desmontan grandes superficies para establecer sus cultivos agrícola-  
las; en principio únicamente para su subsistencia por carecer de vías de comunicación, pero año con año las invasiones son mayores y se van formando los poblados, algunos comunicados mediante pistas para avionetas y otros utilizando las vías fluvia-  
les y a medida que se fueron abriendo los caminos para el transporte de productos forestales, a ambos lados de éstas vías se fueron construyendo nuevos caseríos cuyos habitantes han solicitado la posesión legal de las tierras que ocupan, dando origen a ejidos, colonias agrícolas-ganaderos y nuevos centros de población en donde se ha cons-  
tituido una invasión desordenada, sin planeación ya que han llegado campesinos de otros Estados de la República, como son: Guerrero, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Campeche, Chihuahua y otros.



Ante este problema, las autoridades agrarias del país inician en el año de 1975 un deslinde de las tierras de la Comunidad Lacandona, ya que muchos ejidos en trámite quedaron dentro de la superficie que creó el Decreto el cual cuando se expidió, no tomó en cuenta los centenares de campesinos Choles y Tzeltales que ya estaban en posesión próximos a los asentamientos de los Lacandones; lo mismo sucedió con predios particulares y colonias agrícolas.

Como solución inmediata a este problema, la autoridad agraria decidió integrar dos núcleos de población, uno con los campesinos choles, que dan origen a poblado denominado "Frontera Echeverría" ó "Corozal" y al otro con campesinos Tzeltales - los que se ubican en el poblado conocido como - "Velasco Suárez" ó "Palestina". Con estos dos centros de población crece el número de derechohabientes de la Comunidad Lacandona, la que ahora se gobierna por un Consejo Supremo integrado con líderes de los tres grupos étnicos.

Aunada a la situación anterior existen dentro de la Selva Lacandona otros ejidos, nuevos centros de población, colonias agrícolas-ganaderas y predios particulares, distribuyéndose de la siguiente manera:

Ejidos	66
Nuevos Centros de Población.	13
Colonias Agrícolas	17
Ganaderas.	
Predios Particulares	55

#### Diagnóstico de la Zona de Estudio

Ubicación.- La zona que se consideró como de estudio, está comprendida en la porción sureste de la Selva Lacandona, en el área de influencia de la población "Frontera Echeverría", comprendiendo -- una superficie aproximada de 46 mil hectáreas.

Suelos.- En general, son pocos profundos, ácidos y pobres en nutrientes; sus texturas son esencialmente arcillosas; susceptibles a la erosión cuando están desprovistos de vegetación y expuestos a la acción del agua y el sol; con un drenaje deficiente. Asimismo, por su ubicación son delgados en las laderas y lomeríos, profundos en los valles, transicionales en las partes intermedias y faldas de las sierras y los de aluvión que se localizan en los márgenes de los ríos y en ligeras hondanadas del terreno.

Vegetación.- En esta zona la vegetación principal la constituyen selvas altas y medianas perennifolias y subperennifolias, siendo las de mayor ocurrencia, las medianas subperennifolias, así como selvas bajas subdeciduas. Las principales especies que vegetan en estas selvas son: Chicozapote,

Guapaque, Ramón, Cedrillo, Chacá, Canshán, Jobo, Bayo, Barí, Laurel, Palma Corozo, Caoba, Ceiba y otras especies blandas y duras.

Vías de Comunicación.- Actualmente la principal vía de comunicación en esta zona, lo constituye la carretera fronteriza que va desde Palenque al Valle de Marquéz de Comillas, siguiendo esta su trazo por la línea fronteriza con Guatemala, hasta la población de el X-Can.

Como brecha secundaria, existen la que comunica al poblado de "Frontera Echeverría" y otras que han sido únicamente vías de saca de productos forestales derivados de los aprovechamientos comerciales.

Población.- en esta zona habitan alrededor de 600 familias del grupo étnico choles, con una población total de 3500 personas.

En Lacanjá-Chanzayab, viven 66 familias del grupo Lacandón, que conforman una población de 200 personas.

Educación.- Existe una proporción significativa de la población en edad escolar que no tiene acceso a la educación ya que el analfabetismo comprende el 40% de la población; asimismo, es manifiesto la desersión e inasistencia de los alumnos, debido a la necesidad de ayudar en las actividades agrícolas desde muy temprana edad. También son factores de analfabetismo la insuficiencia e inasistencia de maestros así como por la lejanía de los centros educativos con las localidades que carecen del servicio.

Problemática Social.- El Gobierno Federal consideró inicialmente como una alternativa viable para esta región, dar solución a las demandas de tierras a campesinos que carecían de ellas en sus lugares de origen; sin embargo, no se pensó que al solucionarse este problema con la dotación de tierras, se crearían otros más trascendentes como ha sido la incapacidad técnica y económica del Gobierno Federal y Estatal para atender a una población en constante crecimiento, con el consecuente incremento en las necesidades de habitación, alimentación, servicios, equipamiento e infraestructura.

Problemática Económica.- Actividad Agrícola. El tipo de agricultura prevaleciente en la región es la tradicional caracterizada por la roza-tumba-quema, en la cual el período de descanso de los suelos oscila entre uno y cuatro años, ya que debido a la presión demográfica-productiva que sobre el recurso se ejerce, no se permite su recuperación ni la regeneración de la vegetación original.



Se realiza principalmente la siembra de maíz y -- frijol. La superficie que dedica cada jefe de familia es de 2 a 4 hectáreas.

A lo anterior se agrega que los grupos indígenas son tradicionalistas y hasta cierto punto reacios a las innovaciones tecnológicas, de tal manera -- que las técnicas agrícolas son rudimentarias y el uso de insumos es mínimo.

Los principales cultivos son el maíz que ocupa la mayor superficie agrícola; el café, frijol y chile. De menor importancia el arroz, ajonjolí, calabaza, caña, cacahuete, sandía, plátano, cacao, guayaba, aguacate, piña, chayote, limón, toronja, canela, achiote, mango y jitomate.

Actividad Pecuaria. La ganadería que se practica es de tipo extensivo, enfocado principalmente a la venta de toretes para que complementen su desarrollo en otras regiones y en menor medida a la engorda del ganado. La ganadería se practica en áreas desmontadas o con pastizales que se dedican a esta actividad.

Actividad Forestal. Esta se reduce únicamente al usufructo de los recursos forestales que comprenden directamente a ejidatarios y comuneros, limitándose a recibir el pago que las empresas permisionarias del aprovechamiento forestal hacen por extraer la madera, que se conoce como "derecho de monte".

Los aprovechamientos forestales los llevan a cabo únicamente empresas y personas físicas, cuyo único interés es el de extraer con la menor inversión posible su mayor rendimiento económico a través de aprovechamientos selectivos, sin importar la permanencia del recurso.

Los aprovechamientos de maderas preciosas (caoba), han ocasionado una subestimación en valor y cantidad a otros recursos de las áreas explotadas, lo que se traduce en el poblador como una facilidad legal para implementar el cambio de uso del suelo y establecer su proceso de producción agrícola tradicional.

Problemática Política. Los procesos de estratificación social se dan eminentemente por la actividad económica desempeñada; en este sentido, los ganaderos y comerciantes hicieron un mayor nivel económico lo que les permite tener mayor capacidad de decisión a nivel sociopolítico; los campesinos no obstante representan a la mayoría de la población; tienen una capacidad de voto restringida -- encontrándose además con una nula participación sociopolítica, que generalmente son aquellas personas recién llegadas o los jornaleros sin derecho a tierras (mexicanos o guatemaltecos).

En la región participan diversas instituciones gubernamentales y estatales que mantienen una presencia física o bien a través de sus acciones inciden en algún sector específico: (S.R.A., S.A.R.H., S.D.R. del Estado, I.N.I., BANRURAL, COFOLASA, INMECAFE, S.E.P., S.S., I.M.S.S., S.G. SEDENA, SEDUE, C.F.E., PEMEX, etc.) No obstante el gran número de instituciones que realizan o controlan acciones relacionadas con su ámbito de competencia, existe una notoria duplicidad y omisión de funciones, producto de la falta de planeación y coordinación interinstitucional; de ahí que las diversas acciones que se llevan a cabo no responden ni resuelven la problemática de la región.

#### Análisis de un Caso del Impacto de los Asentamientos Humanos.

Para tener una idea de lo que en un lapso de tiempo ha sucedido en una zona en la que en el año de 1976 sólo existía selva, se seleccionó para el presente análisis una superficie de aproximadamente 46 mil hectáreas en la que en ese tiempo se -- determinó por parte de las autoridades del Gobierno del Estado de Chiapas y del Gobierno Federal, establecer un nuevo centro de población que se denominó Frontera Echeverría y en el cuál se concentraron los habitantes de varias poblaciones pequeñas que se encontraban dispersas dentro de los terrenos de la Comunidad Lacandona y el propósito de esta concentración humana fué el de establecer un módulo tipo de producción agropecuaria y forestal para una mejor supervivencia de esos pobladores cuyo lugar de origen fueron inicialmente los Altos de Chiapas.

En el año de 1976 se concluyeron los trabajos de campo del inventario forestal de la Selva Lacandona en una superficie de 1.2 millones de hectáreas, habiéndose construido un plano forestal fotogramétrico a la escala de 1:25,000 y para ello sirvió de base un cubrimiento aerofotográfico a la escala de 1:20,000 de ese año; asimismo, se delimitaron en esas aerofotografías tipos de selvas atendiendo a su altura media y las condiciones topográficas del terreno (Selvas Altas y medianas en lomeríos, ladera, llanura y valle), así como también otras diferenciaciones como fueron: Bajos (selva baja subperennifolia). Quemadales (selvas en proceso de destrucción); Acahuals (áreas desmontadas en proceso de regeneración) y áreas de uso agropecuario.

El propósito del plano fotogramétrico e inventario forestal, fué el elaborar un Estudio Dasonómico que sirviera de base para llevar a cabo un plan de aprovechamientos forestales en la zona Lacandona en forma persistente. Dicho estudio fué auspiciado por la Empresa Triplay de Palenque, receptora de materia prima de otra Empresa denominada Compañía Forestal de la Lacandona (COFOLASA),

concesionaria de los aprovechamientos forestales de esta zona.

Con el objeto de llevar a cabo una evaluación en superficies por uso actual del suelo, se investigó la existencia de cubrimientos aerofotográficos de fecha reciente; para esto fué posible contar un vuelo a la escala de 1:40,000 efectuando en el año de 1984 y que precisamente cubrió el área de influencia del nuevo Centro de Población Frontera Echeverría.

Sobre las fotografías aéreas de este cubrimiento se delimitaron los mismos tipos de selvas y otras condiciones de uso identificados en el año de 1976.

A continuación se indican en la siguiente tabla las superficies delimitadas en el año de 1976 y las correspondientes a 1984, así como las diferencias encontradas.

Tabla 1.- Superficies por tipos de selvas y otros usos delimitados en los años de 1976 y 1984.

Tipo de Selva	Superficie en hectáreas	
	1976	1984
(1) Selva en lomerío	14 859	11 822
(2) Selva en ladera	8 800	8 386
(3) Selva en llanura	8 416	9 584
(4) Selva en valle	11 860	9 680
(A) Acahual	301	3 469
(B) Bajo	2 127	1 152
(Q) Quemadal	--	922
(F2) Uso agropecuario	26	1 291
(Z <sub>u</sub> ) Zona Urbana	--	163
(S) Sival	35	35
S U M A S:	46 504	46 504

Para hacer más simple el análisis de los resultados obtenidos en la tabla (1), se consideraron los tipos de selvas y bajos en un solo grupo que se denominó selvas; por otra parte, las selvas en proceso de desaparición (Quemadales), los acahuales, el uso agropecuario y la zona urbana, según se indica en la tabla (2).

Tabla 2.- Comparación de las superficies por selvas y uso actual del suelo.

G R U P O	Año de 1976	
	(ha.)	%
Selvas	46 142	99.29
Acahual	301	0.65
Quemadales	--	--
Uso Agropecuario	26	0.06
Z. Urbana	--	--
S U M A S:	46 469	100.00

G R U P O	Año de 1984	
	(ha.)	%
Selvas	40 624	87.42
Acahual	3 469	7.47
Quemadales	922	1.98
Uso Agropecuario	1 291	2.78
Z. Urbana	163	0.35
S U M A S:	46 469	100.00

Según los resultados obtenidos en la tabla (2), la superficie de selvas, durante ocho años se redujo en aproximadamente el 12% (5518 ha); en cambio los acahuales y quemadales incrementaron su superficie en el 9% (4391 ha) y finalmente la área para uso agropecuario en 3% (1291 ha). Desde luego, la zona urbana por razón del asentamiento ahí establecido, ha incrementado su área de influencia durante ocho años en un cien por ciento.

Por lo tanto, si se relaciona la superficie de selvas que desapareció durante este lapso de tiempo, el área promedio anual que se ha transformado a uso agropecuario, acahual o quemadal, fue de 690 hectáreas; dato que aparentemente es bajo en relación con la superficie total del área analizada, que fué de 46 mil hectáreas; sin embargo, es quizás más importante tomar en cuenta la magnitud de la superficie de uso agropecuario actual que es de 1291 hectáreas con el número de familias que dependen de lo que se produce en esa área.

Según datos anteriormente mencionados, en Frontera Echeverría a la fecha viven 600 familias con una población de 3 500 personas; si se relaciona esta población con el área de uso agropecuario, resultaría promedio de 2.15 hectáreas por familia, lo que desde luego por el tipo de producción agrícola que se obtiene en esta zona, resulta insuficiente para subsistir.

También es importante hacer notar el gran incremento en las superficies de acahuales y quemadales, que durante ocho años ha tenido y que ha sido aproximadamente del noventa y cinco por ciento. Esto hace pensar que ante la necesidad de subsistir en esta zona y por la carencia de otros medios para aumentar los ingresos económicos de sus habitantes, es natural que estas ejerzan mayor presión sobre las selvas llevando a cabo el tradicional sistema de roza-tumba-quema, con el consiguiente deterioro ecológico sin beneficio alguno para ambas comunidades.

#### Conclusiones

Continúan siendo los conflictos en la tenencia de la tierra así como el crecimiento demográfico en las áreas colonizadas de las selvas, la causa primordial de la destrucción.



Existe una fuerte dependencia institucional de los campesinos de la zona; lo que hasta ahora no los hace aptos para resolver sus problemas por sí mismos.

El actual sistema de aprovechamiento forestal comercial en la zona no otorga ningún beneficio económico importante para el campesino ya que este es únicamente observador del proceso y los bienes económicos que recibe no son significantes para su subsistencia.

El estudio Dasonómico elaborado para la Selva Lacandona iniciado en el año de 1975 y concluido en 1981, de nada sirvió pese al haber sido un intento serio para organizar los aprovechamientos forestales, independientemente de su elevado costo y además de la falta de técnicos que apliquen un manejo adecuado del recurso forestal.

Pese a existir innumerables instituciones gubernamentales relacionadas con el desarrollo para la Selva Lacandona, no existe coordinación y sus acciones o bien no dan los resultados deseados, o éstas se diluyen.

El método de comparación de las superficies por uso del suelo en el lapso de tiempo considerado, permitió demostrar el avance en la destrucción de la selva sin que en esto las condiciones de vida de los colonizadores haya mejorado.

La creación de nuevos centros de población en la Selva Lacandona en nada ha superado las condiciones de vida de los campesinos pero sí, está causando su destrucción total. Habitualmente se ha dicho a través de diferentes medios de difusión, que la desaparición de las selvas obedece a la acción de los talamontes; esto carece de veracidad y está disfrazando la realidad de lo que realmente está sucediendo; los aprovechamientos comerciales o ilegales son una parte del problema.

#### Recomendaciones

Ante la inminente destrucción de la selva, es necesario crear verdaderas reservas forestales aplicando políticas y medidas reales y permanentes y llegar aún a la expropiación, en la que todas las instituciones gubernamentales respeten la significancia y permanencia de estas reservas.

Deben solucionarse conflictos sobre tenencia de la tierra con una acción firme, enérgica por parte de todas las instituciones gubernamentales involucradas.

Para la creación o bien, reorganización de los núcleos de población en la selva deben tomarse en cuenta la óptima capacidad de uso de los suelos para lograr una mejor productividad y asimismo, a estos núcleos poblacionales dotarlos de servicios,

equipamiento e infraestructura urbana y regional.

Si se quiere sustituir la agricultura migratoria por un sistema permanente y más productivo, es necesario conocer previamente las características y etapas de todo el proceso.

Los máximos avances para mejorar esta situación se lograrán si se organiza en forma consistente y real a los campesinos mediante innovaciones prácticas, sencillas y aplicables a las circunstancias actuales.

Es posible que como solución alterna, el establecimiento de plantaciones forestales de corto ciclo así como el cultivo de especies semi-permanentes permitan mejores rendimientos económicos.

La eliminación de la agricultura migratoria requiere no sólo de conocer las soluciones técnicas adecuadas, sino también de acelerar el ritmo de la evolución social con la participación activa de los campesinos en el proceso de modernización.

Será necesario establecer nuevas políticas pragmáticas que se ajusten a las condiciones y características de la zona Lacandona y que a su vez resistan la dura prueba de la aceptación por parte de los campesinos y por consiguiente, el aumento de la producción.

Finalmente, debemos recordar que el proceso de destrucción de la selva avanza a grandes pasos; por tanto, debemos ser ahora más capaces y responsables para contribuir en las soluciones medianas e inmediatas en torno a este problema.

#### Literatura Consultada

1. Cedeño Sánchez O. - Porque se destruyen nuestras selvas tropicales.- Academia Nacional de Ciencias Forestales.- Publicación Especial.- México, 1982: (5-22)
2. Cuevas López A., Díaz Calero J. M. Estudio Dasonómico de la Selva Lacandona Edo. de Chiapas.- Memoria, Tomo I México, 1981: (1-281)
3. Granillo Vázquez S. - Uso y abuso de la Selva.- Información Científica y Tecnológica.- CONACYT, Vol. 7 - III.- México 1985: (35-38)
4. PEMEX.- Proyecto de Desarrollo y Preservación de la Selva Lacandona.- Diagnóstico.- Subdirección de Planeación y Coordinación.- México, 1986: (1-144)
5. Watters R.F.- La Agricultura Migratoria en América Latina.- F.A.O.- Cuadernos de Fomento Forestal Num. 17.- Roma 1971: (313-326)

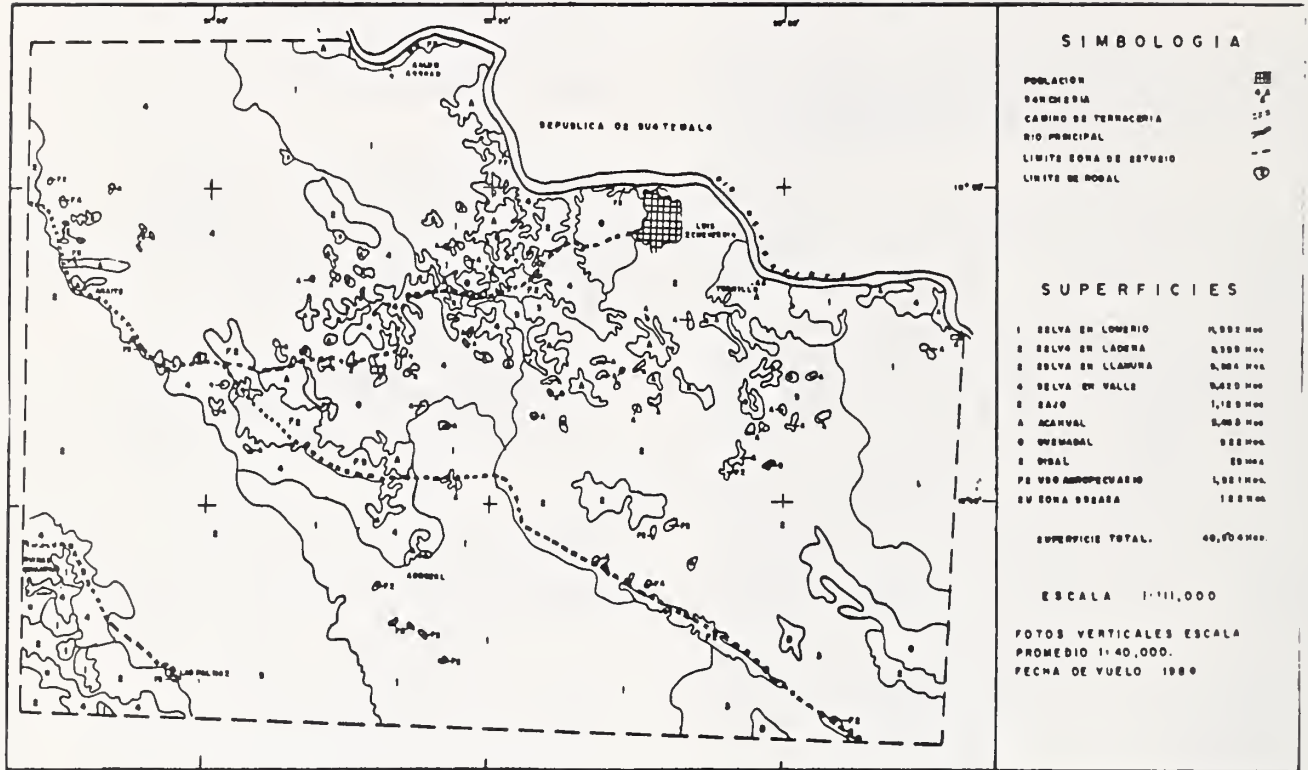


P L A C E     O F     O F F I C E     O A Y O A L     O R L     E O R L O



SELVA LACANDONA  
ZONA "FRONTERA ECHEVERRIA"  
E.O.O. DE CHIAPAS MEXICO

PLANO DE USO ACTUAL DEL SUELO



# AGROFORESTERIA Y EDUCACION AMBIENTAL EN LOS TROPICOS: CONCEPTOS PARA LA PLANEACION NACIONAL <sup>1/</sup>

Omar K. Villalpando <sup>2/</sup>

*Resumen.- Principios y experiencias para definir aspectos de información ecológica y socio-cultural. Diagnósis de sistemas agroforestales precisando eficiencia ecológica, viabilidad social, flexibilidad y dinamismo; planeación y ordenamiento con enfoque de conjunto y con educación ambiental; observancia e interacción con planes nacionales. Conservar la vocación forestal del trópico es requisito indispensable si se quiere pasar la prueba del tiempo en el uso de recursos, - por lo que la intervención en los planes nacionales es tan importante como la investigación.*

*Abstract.- Principles and experiences to set needs of ecological and socio-cultural information. Diagnosis about agroforestry systems: ecological efficiency, social viability and flexibility; holistic ecological planning with environmental education; interaction with national plans. It is necessary to preserve the tropic's forestry characteristics in order to sustained production, then, to be involved in national planning and ecological research must be activities for the same planners.*

La agricultura, como uso de recursos naturales y - su creciente manipulación, se ha desarrollado por milenios en zonas templadas preferentemente. En los trópicos la historia ha sido diferente y mucho más breve, por lo que conviene mantener, hasta donde sea posible, la vocación forestal de esos -- ecosistemas, en combinación con el desarrollo de -- una agricultura más sofisticada. De ahí la necesidad de evaluar tierras y recursos partiendo del -- concepto de ecosistema, en un proceso que asegure actitudes y acciones educadas, ecológica y socialmente deseables, para con los ambientes tropicales.

Para el efecto, se consideran algunos aspectos de la agroforestería y el condicionamiento microclimático en agroecosistemas y la planeación de áreas y sitios acordes con el ordenamiento natural, para enriquecer el conocimiento y guiar el buen juicio en el uso de los trópicos, en permanente interacción con la planeación nacional. En una metodología generalizada de contrastar la información con las experiencias de campo, teorizar en base a determinar elementos indicativos de las condiciones ambientales para fijar estándares deseados en el uso de tierras y recursos, para volver al campo -- con acciones específicas, en un proceso iterativo ante el cambio social y el perfeccionamiento agroecológico. Los sistemas agroforestales tradicionales han de validarse en lo económico y lo científico.

co, tanto en su estudio, instrumentación y dinámica, en un contexto de planeación, educación y de conjunto.

## LOS CONCEPTOS

La agroforestería parece ser un estadio que se presenta en la historia de cualquier desarrollo inteligente de la agricultura<sup>11 7</sup>. Aunque por las características de bosques y suelos tropicales y por su tecnología agrícola pobre y simplista, la agroforestería ahora es más estudiada en los trópicos<sup>6 9 17 12</sup>, en especial por sus bondades en conservación de suelos<sup>18</sup> y por conveniencia económica<sup>2 1 13</sup>. Uno de los enfoques más prometedores es el estudio del mejoramiento agroclimático en cultivos tropicales, científicamente entendido y experimentalmente validado<sup>16</sup>. La instrumentación de -- prácticas agroforestales adecuadas depende del conocimiento empírico y la aceptación por parte del campesino. El otro sector involucrado son los profesionales en disciplinas múltiples y trabajando -- en forma interdisciplinaria. El tercer sector, definitivo para la planeación nacional, lo constituyen los tomadores de decisiones. De ahí que la -- educación ambiental (actitud y acción) deba ser el común denominador en todos los sectores para la -- conciliación de principios (ecológicos y sociales) con intereses (personales o de grupo).

La planeación nacional en México se entiende que resulta de la consulta popular. Los usuarios de -- tierras y recursos manifiestan sus convicciones -- fundándose en su experiencia y aspiraciones. Los profesionales realizan estudios generales de amplias regiones<sup>5</sup>, desarrollan sistemas para generar datos<sup>4 19</sup> y proponen procesos de planeación<sup>15 10 3</sup>. El otro sector, los funcionarios públicos, hacen balance político de factores, principios e intereses, y llegan a lineamientos para el desarrollo<sup>14</sup>.

<sup>1/</sup> Trabajo presentado en la Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo "Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales" (Chetumal, MEXICO, 25-31 Ene' 87).

<sup>2/</sup> Omar Kayam Villalpando B. es Investigador y profesor en el Programa Interdisciplinario de Agro meteorología del Colegio de Postgraduados, - 56230 Chapingo, Méx. MEXICO.



## LAS EXPERIENCIAS

En México, con los trabajos tendientes a determinar las características poblacionales y posibilidades de recolección de dióscoras (como base de reguladores hormonales) nace el estudio sistemático de la ecología tropical, un recurso particular que demandaba el estudio de conjunto. La creación de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", cuya gestión corrió por cuenta del autor, significó para México lo que "Barro Colorado" en Panamá y la "Organización de Estudios Tropicales" en Costa Rica. En lo agrícola, el antiguo "Colegio Superior de Agricultura Tropical" de Tabasco, donde participamos en agroecología, fué para México lo que "Turrialba" en Costa Rica. Las experiencias directas se complementan con viajes de estudio a los trópicos centroamericano, sudamericano y del Caribe, y al subtrópico de China continental.

La preocupación en el estudio tropical es el deslinde de su estructura, funcionamiento y cambio ecológico como base para el manejo de sus recursos naturales. Paralelo al avance en estos temas, en el método debe figurar la mejor determinación geográfica de las áreas y el deslinde de rangos y gradientes estructurales, como base para determinar zonas y sitios para diversificadas e integradas formas de conservación: ordenamiento ecológico real y el propuesto en base al conocimiento y a estudios de impacto ambiental bajo diferentes escenarios futuros. Para su sistematización estas experiencias se han dividido en tres aspectos: 1) Áreas perturbadas: causas y prácticas de recuperación; 2) Áreas silvestres y su ordenamiento propuesto, y 3) Áreas con prácticas de conservación aparentemente adecuadas.

## LAS PROPOSICIONES

Con un enfoque de conjunto, se pretende ayudar a definir aspectos de información ecológica y socio-cultural, válida para la planeación nacional de los trópicos y definir necesidades de instrumentación, monitoreo y mantenimiento:

- 1] La diagnosis sobre sistemas agroforestales y otras prácticas tradicionales, debe contemplar validaciones económicas, científicas y tecnológicas para distinguir sistemas flexibles y con éxito real, a diferencia de prácticas producto de mera improvisación, marginación y desesperanza.
- 2] Cualquier instrumentación agroforestal y de otras prácticas, debe entenderse como un proceso continuo, sujeto a cambios a mediano y largo plazo previendo cambios en la presión para el uso de tierra, cambios en los agroecosistemas mismos e incorporación de mejores alternativas.
- 3] La educación ambiental debe ser de universal observancia para todos los sectores involucrados, entendida como actitud y acción para la integración dentro del entorno ecológico y cultural, requisito en la instrumentación de cualquier práctica.
- 4] Cualquier proceso de instrumentación, debe ser consecuente con la planeación y ordenamiento de tierras y recursos (paisajes, ecosistemas), apli-

cando la máxima de "pensar globalmente (el conjunto, el enfoque holístico) para actuar localmente" y buscando el desarrollo sostenido con la menor -- cantidad posible de insumos externos.

5] Cualquier planteamiento deberá quedar ponderadamente ubicado en los planes nacionales de desarrollo, a la vez que se influye sobre el desarrollo de los mismos y se participa en la elaboración de nuevos planes.

Las proposiciones recogen principios ecológicos, económicos y sociales tal como pueden plasmarse en la práctica y bajo cualquier sistema nacional de organización, teniendo en mente zonas tropicales y naciones en vías de desarrollo. Aunque las proposiciones son generales, las circunstancias particulares pueden ser excepcionales para su aplicación, puede no existir correlación entre las mismas además de estar ausentes otras proposiciones igualmente importantes. En todo caso, estas propuestas son consistentes con los planteamientos que aparecen en la literatura citada, y las implicaciones teóricas tienen una máxima orientación práctica.

Tradicionalmente los sistemas agroforestales y otras prácticas, han evolucionado como producto de la observación y la experiencia. La validación, mejoramiento, mejor instrumentación, dinámica y difusión de tales sistemas constituye la mejor opción para el agro tropical, pues el primer paso debe ser asegurar la preservación de la diversidad genética, la estabilidad de los suelos (incluyendo la humedad) y el mejoramiento microclimático para los cultivos tropicales, simplemente conservando la vocación forestal de ecosistemas. Después, la agricultura puede desarrollarse y evolucionar con mayor seguridad ecológica y social. Mucha de la deslumbrante agricultura moderna no ha cumplido -- aún la prueba del tiempo, y los contratiempos que ha sufrido han sido superados a base de insumos poco o nada renovables y cada vez más costosos.

La excelencia en el conocimiento biológico y ecológico ha de apoyar tanto el conocimiento y desarrollo del sistema agrícola como del supersistema -- agrosocial y económico. El conocimiento y sabiduría así conjuntado, significa el logro de la educación ambiental de que hablamos. La evidencia radica también en resistir la prueba del tiempo como se ha visto en las culturas rurales milenarias. Falta por ver si la actual cultura "científica" y postindustrial se universaliza y evita colapsos ecológicos para poder pasar la prueba, a un nivel donde ya no tenga sentido hablar de zonas templadas o tropicales. De ahí que la planeación y el ordenamiento, bajo cualquier grado de regionalización, deba darse en un contexto global (aun en el sentido de "mundial") y como planeación, una y otra vez más, ecológica y socialmente deseable.

¿Planeación nacional? Entendemos que la organización política es diferente en distintas naciones y que la decisión política es resultado de ponderaciones y balances. El objetivo es que los ordenamientos regionales en base a la investigación de tierras y recursos, se expresen en un lenguaje y con una estructura acorde con los programas vigentes, que esa misma educación prive en la instrumen

tación de los proyectos oficiales, con una vigilancia y monitoreo permanentes y una anticipación para prever las necesidades para el mantenimiento de las acciones. Ciertamente, lo más deseable es que la educación ambiental, consecuente con la vocación forestal de las zonas tropicales, tenga el mayor peso posible en la elaboración y la ejecución de nuevos planes nacionales.

Este trabajo pretende reflejar las relaciones entre circunstancias y hechos vividos y estudiados. Las evidencias ecológicas y agroecológicas son de menor calidad de las evidencias en las ciencias físicas y "exactas", pero posiblemente mejores que las evidencias en las ciencias sociales. Sin embargo, la ecología es una disciplina que se desarrolla mejor ante el acicate de problemas reales, por lo que sus evidencias se prueban mejor con la práctica de uso de recursos y al paso del tiempo. El trabajo busca una contribución conceptual y sugiere formas de aplicación.

Reconozco los apoyos de mi Institución y agradezco muy cumplidamente la asistencia de la señorita Esperanza Hernández.

#### L I T E R A T U R A C I T A D A

1. Akachuku, A.E. Cost-benefit analysis of wood and food components of agri-silviculture in Nigerian forest zone. AGROFORESTRY SYSTEMS 3:307-316; 1985.
2. Blandon, Peter. Agroforestry and portfolio theory. AGROFORESTRY SYSTEMS 3:239-249; 1985.
3. Carrizosa, Julio. Planificación del medio ambiente. CUADERNOS DEL CENTRO INTERNACIONAL DE FORMACION EN CIENCIAS AMBIENTALES #27:1-112; - 1982.
4. Davis, J.R. A systematic Approach to data collection for planning. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT 19:119-131; 1984.
5. Dickinson, Robert E. Tropical ecology: Geophysiology of Amazonia. ENVIRONMENT 27:45; 1985.
6. Ducatillion, Catherine y Gely, Anne. Approche botanique de l'agroforesterie tropicale: méthodes et techniques. LES CAHIERS DE LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT #6:68-74; 1985.
7. Grison, F. Agrisylviculture from the standpoint of the management and conservation of forest resources. In Chadwick, A.C. y Sutton, S.L. (Eds.) TROPICAL RAIN-FOREST, THE LEEDS SYMPOSIUM, pp. 273-277. Leeds Physiological and Literary Society Ltd. R.U. 1984.
8. Holling, C.S. y Clark, W.C. Notes toward a science of ecological management. In van Dobben, W.H. y Lowe-McConnell, R.H. (Eds.) UNIFYING CONCEPTS IN ECOLOGY, pp 247-251. Dr. W. Junk B.V. La Haya. 1975.
9. Huxley, P.A. The tree/crop interface-or simplifying the biological/environmental study of mixed cropping agroforestry systems. AGROFORESTRY SYSTEMS 3:251-266; 1985.
10. Jackson, Joanne Barnes y Steiner, Frederick R. Human ecology for land-use planning. URBAN ECOLOGY 9:177-194; 1985.
11. Kapp, G. Agroforstwirtschaft in Deutschland: Der Waldfedbau im 18. und 19. Jahrhundert. ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG 155:266-270; 1984.
12. Newman, S.M. A survey of intercultural practice and research in Sri Lanka. AGROFORESTRY SYSTEMS 3:25-36; 1985.
13. Padoch, C.; Inuma, J. Chota; de Jong, W., y Unruh, J. Amazonian agroforestry: a market-oriented system in Peru. AGROFORESTRY SYSTEMS 3:47-58; 1985.
14. Poder Ejecutivo Federal. PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL 1985-1988. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, 1985. 186 p.
15. Steiner, Frederick. Resource suitability: Methods for analyses. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT 7:401-420; 1983.
16. Stigter, C.J. MICROCLIMATE MANAGEMENT AND MANIPULATION BY TRADITIONAL FARMERS IN TANZANIA (Final contest report). Universidad de Dar es Salaam, Tanzania. 1985. 23 p.
17. Weinstock, Joseph A. Alternate cycle agroforestry. AGROFORESTRY SYSTEMS 3:387-397; 1985.
18. Wiersum, K. F. Trees in agricultural and livestock development. NETHERLANDS JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE 33:105-114; 1985.
19. Young, Gerald; Steiner, Frederick; Brooks, Kenneth, y Struckmeyer, Kenneth. Determining the regional context for landscape planning. LANDSCAPE PLANNING 10:269-296; 1983.

\*\*\*\*\*



Se presenta en este artículo un esquema de estudio en donde la Cuenca Hidrográfica se utiliza como Unidad de Evaluación y Programación de Prácticas de Conservación. Lo anterior se logra aplicando un modelo que estima-simula las pérdidas de suelo en subcuencas con características de suelo, vegetación y manejo similares. El esquema jerarquiza las subcuencas en función de su erosión específica y las agrupa en áreas compactas (módulos) de acuerdo a su cercanía y problemática.

It is presented in this paper an scheme of study in which the hydrographic watershed is used as Evaluation and Programming Unit of Conservation Practices. This is obtained applying a model that estimates-simulates the lossing soil in watershed with characteristics of soil, vegetation and handling similar. The scheme orders the watershed in according to its specifics erosion and it gathered them in compact areas (staffs) in agreement to his nearness and problematic.

### Introducción

La planeación y el manejo de los recursos agua-suelo-planta, en cualquier lugar de la tierra es de vital importancia, ya que con ello se generan alimentos, combustibles y materias primas para otros sectores, a través del tiempo y en forma sostenida.

Las actividades humanas y los sistemas tradicionales de administración de los recursos, han provocado desajustes en los ecosistemas, los cuales a pesar de estar dotados de estabilidad y plasticidad, al rebasar ciertos límites dan lugar al deterioro que con frecuencia se refleja en el incremento de las áreas degradadas y por consiguiente en la cantidad y calidad de los productos obtenidos.

Una clara muestra de las transgresiones provocadas por el hombre se ven reflejadas en la problemática actual de los diversos sectores, a saber:

1. Un rápido crecimiento de la población y la necesidad de proporcionarle los satisfactores básicos, sitúa las actividades agropecuarias en habitats potencialmente degradables con una baja estabilidad productiva, facilitando una constante expulsión de mano de obra hacia regiones con mejores condiciones ecológicas y económicas.

Desembocando en crecimientos urbanos incontrolados, reducción de superficies productivas y múltiples problemas sociales.

2. El desarrollo de la agricultura en suelos no aptos, de acuerdo a sus características y capacidades, así como los métodos de labranza inadecuados se refleja en la baja producción, inestabilidad en el uso del suelo y el crecimiento de la producción y el posterior abandono de la tierra.

3. La utilización de prácticas inadecuadas de explotación pecuaria y forestal, la baja calidad alimenticia de los pastos y el desconocimiento de prácticas de conservación de los recursos, provocan baja producción pecuaria y forestal, subutilización del bosque y sobrepastoreo.

4. Estas actividades impactan fuertemente sobre el suelo, reduciendo su capacidad de infiltración y retención de humedad, propiciando su compactación y la pérdida de la cubierta vegetal; finalmente, en el arrastre de las capas fértiles del suelo debido a la erosión, éste suelo erosionado al llegar a los cuerpos de agua reduce su calidad y cantidad al sedimentar y azolver los vasos de captación y las estructuras hidráulicas.

1/ Documento presentado en la Conferencia y Trabajo sobre Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. (Chetumal, México, Enero 25-31, 1987)

2/ Ing. Roberto Coutiño Coutiño es Director de Normas para la Tecnificación del Manejo, Conservación y Uso del Suelo y Agua, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F.

### Concepto de Erosión Hídrica

Uno de los procesos que contribuye grandemente a el avance de la degradación, lo constituye la erosión hídrica, éste es un complejo proceso físico que consiste en el desprendimiento de las partículas del suelo por acción de las gotas de lluvia y su posterior transporte pendiente abajo por la escorrentía.



La cuantificación de la erosión que está ocurriendo no es fácil, ya que requiere la presencia de puntos de referencia bajo observación permanente.

Al evaluarla resulta conveniente considerar como erosión, la cantidad de sedimentos que completan la ruta desde el punto donde se produjo la erosión, hasta las estaciones de aforo.

#### Antecedentes

Los primeros estudios para medir la erosión por efecto de la lluvia, fueron desarrollados en Alemania entre 1877 y 1895, utilizando pequeños lotes con diversos tipos de vegetación.

En 1907 se declara una política oficial de protección a la tierra, a través del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), iniciándose los estudios en 1915 al utilizar parcelas de observación de escorrentía y erosión. En 1930 se establecen 10 estaciones de investigación para estudiar la erosión y los factores involucrados en su proceso.

En 1931 se adoptaron los lotes de escorrentía en lugar de cuencas pequeñas como unidades experimentales, a fin de separar los factores involucrados, medir su influencia y posteriormente sintetizar dichos factores en cuencas grandes.

En la década de los 40's se intenta sistematizar el cálculo de las pérdidas de suelo analizando los factores causales, incluyendo en cada avance, la concurrencia de más factores o afinando su efecto conforme se profundizaba en su estudio ordenado.

En 1952, debido al número de trabajos desarrollados se establece el Centro de Información sobre Escorrentía y Pérdidas de Suelo del Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del USDA.

Es aquí donde todos los experimentos establecidos son resumidos y analizados, desembocando en la "Ecuación Universal para estimar Pérdidas de Suelo" desarrollada por Wischmeier y colaboradores.

El desarrollo de la ecuación es de la forma siguiente:

$$E = RKLSCP$$

Donde:

E = Pérdida de suelo por unidad de áreas (ton/ha) en un período determinado.

R = Erosividad o capacidad erosiva de la lluvia (unidades índice en un año normal).

K = Erodabilidad o susceptibilidad del suelo a erosionarse.

S = Grado de la pendiente del terreno.

L = Longitud de la pendiente.

C = Práctica vegetativa.

P = Práctica mecánica o de conservación de suelos.

Este y otros modelos predictivos desarrollados constituyen la principal herramienta en la planeación del manejo del suelo en diversos países.

#### Problemática de la Formulación de Programas

La formulación de programas tendientes a la conservación y manejo de los recursos suelo y agua, se ven severamente restringidos debido a la gran diversidad de climas y suelos, y carencia de personal especializado, aunado a la falta de infraestructura de captura, proceso y difusión de la información a diversos niveles. Por ello, resulta indispensable seleccionar las técnicas adecuadas para definir el marco geográfico básico para evaluar la magnitud del proceso y la planeación de las acciones tendientes a prevenir y combatir la degradación de los recursos.

En este documento se presentan algunos procedimientos y metodologías que la experiencia ha afinado y resultan útiles para el estudio y planeación de los recursos.

#### Definición del Marco Geográfico

De muchas y muy diversas maneras se ha señalado la necesidad de manejar los recursos a través de sistemas completos, ya que se considera que sus componentes se relacionan entre sí a través de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos en sutil equilibrio, permitiéndoles mantenerse y desarrollarse.

Una unidad básica natural, útil para la planeación y el manejo viene a ser la Cuenca Hidrológica.

Dado que una gran cantidad de procesos se relacionan íntimamente con el movimiento de agua dentro del sistema, permite relacionar los aspectos de manejo de los recursos con las variaciones de los procesos dentro del ciclo hidrológico a través de una forma simple de continuidad.

$$\text{Entradas} = \text{Salidas} + \text{Cambios en el Sistema}$$

Por estas razones queda establecido que el marco geográfico propuesto, se refiere a la Cuenca Hidrológica.

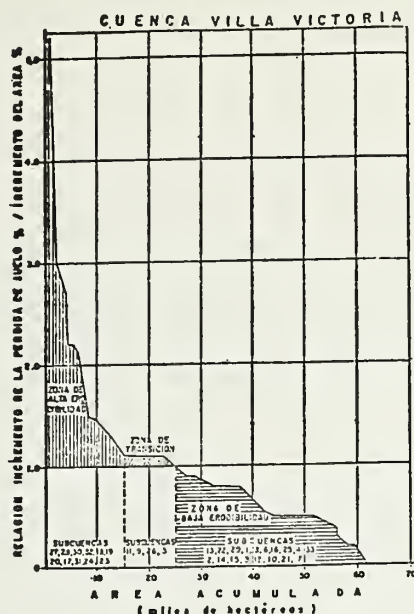
Una vez detectada la necesidad de realizar estudios para evaluar y planear el manejo y conservación de los recursos, a partir de una serie de considerandos, y ya establecidos los objetivos del programa, se procederá a la planeación a través de las siguientes etapas:

- 1) Recopilación y generación de información básica
- 2) Diagnóstico
- 3) Pronóstico
- 4) Estrategias
- 5) Proyectos
- 6) Evaluación

## 118



Figura 2.- Gráfica de Relación de Pérdida de Suelo y Area acumulada en Porciento.



### 3. Pronostico

En esta etapa se realizan las proyecciones del problema si no se realiza alguna medida correctiva para el control de la erosión.

Los principales parámetros utilizados son las hectáreas perdidas de tierra de cultivo, familias afectadas, costos físicos y sociales, azolves a la parte baja y disminución de rendimientos.

### 4. Estrategias

Durante el desarrollo de la presente etapa se intenta plantear la secuencia de acciones en las cuencas, para ello resulta necesario retomar los objetivos y definir el programa prioritario.

Una segunda fase dentro de la estrategia se refiere a la integración de áreas problema en módulos. Estos módulos son áreas compactas que se forman al agrupar subcuencas colindantes o cercanas y con características semejantes.

La prioridad de atención de los módulos se hará en base a la potencialidad erosiva de éstos. Finalmente se integrarán los programas para cada cuenca.

### 5. Proyectos

Durante esta etapa se seleccionarán de entre las tecnologías existentes, aquellas que optimicen el aprovechamiento integral de la cuenca. Pudiendo clasificarse en: control de azolves, contención del suelo y el agua, tratamiento de cárcavas, rasamiento de taludes, corrección de cauces y construcción de bordos.

Una segunda fase designará los lugares de construcción y detallará la obra.

Como tercera fase se estimarán los costos de las obras en cada módulo cuantificando los volúmenes de obra y sus costos unitarios.

La cuarta fase se refiere a la programación de las obras en forma jerarquizada y secuencial, con vistas a la ordenación de las inversiones por subcuencas, módulos o cuencas. Este sistema permite también la calendarización para el mejor aprovechamiento de la maquinaria y la mano de obra.

### 6. Evaluación

Es necesario para un país con recursos económicos limitados realizar una planeación eficiente de sus proyectos de inversión, no solo bajo una justificación social, sino también por su rentabilidad económica.

Bajo esta premisa se plantea utilizar los indicadores de relación beneficio-costos, valor actual neto y la tasa interna de retorno. Los costos se refieren a la construcción y mantenimiento de las obras y como beneficios la reducción de pérdidas de áreas productivas, la menor pérdida de la capacidad de los vasos de almacenamiento y el incremento en el rendimiento debido a mejores prácticas de explotación.

### Conclusiones

La aplicación del presente esquema como una estrategia para evaluar el proceso erosivo a través de la aplicación de un modelo de estimulación-simulación aplicado a cuencas, resulta de gran utilidad ya que permite utilizar la información disponible, ajustar el modelo, diseñar y localizar obras y nos da la oportunidad de poder jerarquizar la toma de decisiones.

### Referencias

1. Estudio del Diagnóstico para el Control de la Erosión, la Disminución de Azolves en las Presas y de Sólidos en Suspensión del Agua Captada en la Cuenca del Río Cutzamala. Comisión de Aguas del Valle de México. Dirección de Estudios y Evaluación. 1979.
2. Estudio de Identificación de Obras para el Control de la Erosión y Disminución de Azolves en la Cuenca de la Presa Villa Victoria. Gran Visión. Dirección de Estudios y Evaluación. Comisión de Aguas del Valle de México. 1980. (Documento Interno).
3. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Colegio de Postgraduados de la Universidad de Chapingo. 1977.
4. Resumen Gráfico de Trabajos del Control de la Erosión de los Suelos y de Conservación del Agua de las Lluvias. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Conservación del Suelo y Agua. 1972.



5. Hidrología para Ingenieros. Linsley, Kohlery Paulus. 1975.
6. Handbook Applied of Hidrology. Ven te Chow. 1973.
7. Soil Conservation. Norman Hudson. 1971
8. Erosion and Sediment Pollution Control. R.P. Beasley. 1972.
9. Manual para la Conservación del Suelo. Hugh Hammond Bennett. 1965.
10. Métodos Aprobados en Conservación de Suelos. Foster Albert. 1979.
11. Pequeños Almacenamientos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Ingeniería Agrícola y Desarrollo Rural. 1976.
12. Análisis de Precios Unitarios. CODAGEM. Estado de México. 1980.
13. Cuadernos de Costos. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. 1979.
14. Normas y Costos de Construcción. Plazola 3a. Edición. 1978.

## DETERMINACION DE NECESIDADES DE INFORMACION

### RELATORIA DE LA SESION TECNICA GRUPO A

**Moderador:** Sr. Vernon J. La Bau.

**RELATOR:** M.C. José Luis B. Mota Villanueva.

En la sesión técnica del Grupo A se registraron 11 documentos para su presentación, provenientes de - los Estados Unidos de Norteamérica (3); India (1); México (6); y Tailandia (1). Fué necesario leer - los resúmenes de 3 documentos, debido a que a sus autores no les fué posible asistir a la Conferencia.

Con relación a su orientación, de los documentos - presentados 4 pueden ser considerados como propositivos de marcos metodológicos y técnicos, y el resto como informes descriptivos de estudios de caso o experiencias específicas. En lo que respecta a su contenido, 4 trabajos analizan la determinación de necesidades de información y la cooperación - inter e intra institucional, federal, estatal y local, en la ejecución de inventarios forestales - para apoyar la planeación nacional; un informe describe el impacto de los asentamientos humanos en - los bosques tropicales; 2 se refieren a la información necesaria para evaluar la ecología de cuencas y subcuencas; y, finalmente, otro documento enfatiza la necesidad de aplicar enfoques integrados en la conservación y manejo de los bosques tropicales, por medio de la agrosilvicultura y la educación y capacitación ambiental.

#### DETERMINACION DE NECESIDADES DE INFORMACION Y COOPERACION INTERINSTITUCIONAL.

En algunos países son varias las instituciones que participan en la ejecución de inventarios de recursos naturales, así como en la planeación de su conservación y manejo. En estas situaciones es muy importante lograr una activa participación de estas instituciones para ahorrar tiempo y dinero, - aunque también es muy importante para poder identificar con precisión el tipo y cantidad de información necesaria, y los usuarios de los resultados.

Se propone que antes de ejecutar un inventario de recursos forestales se analicen y discutan los aspectos siguientes:

- Determinación de necesidades
- Determinación de información ya existente.
- Desarrollo de un plan de inventario.
- Obtención del apoyo necesario.
- Instrumentación del plan.
- Mantenimiento de sistemas precios de procesamiento.
- Transferencia de resultados a los usuarios.

¿Se necesita un inventario?

¿Quién lo necesita?

¿Qué información se necesita?

Para asegurar la cantidad, tipo y calidad de la información necesaria es conveniente realizar reuniones de trabajo con personal de las instituciones - participantes, así como los usuarios.

Se señaló durante la sesión que la permanencia de los recursos de las áreas tropicales se encuentra en peligro, como resultado de la acción del cambio del uso del suelo; por un aprovechamiento inadecuado; y por el ataque de plagas, enfermedades y - otros fenómenos meteorológicos. En estas áreas la diversidad de ecosistemas está asociada con la complejidad de las interacciones entre especies, por lo que la ruptura de la interdependencia ecológica produce inestabilidad, y puede conducir a la extinción de una o más especies. Por esta razón, se - justifica la conservación de los ecosistemas forestales, mediante el diseño de políticas y acciones que aseguren su disponibilidad y existencia. Los inventarios forestales pueden contribuir al conocimiento de la dinámica y estructura de los ecosistemas tropicales, coadyuvando en esa forma a su conservación. Para poder realizar un programa de conservación in-situ de recursos genéticos forestales tropicales, es importante que en los inventarios forestales se tome o continúe tomando la información de los aspectos ecológico-silvícolas. Un tipo de inventario que puede ejecutarse es el denominado - "Sitios Permanentes de Investigación Silvícola", desarrollado en México y que permite conocer la estructura de los bosques tropicales y su dinámica, cuando se aplica simultáneamente en diferentes etapas sucesionales.

Se apuntó que uno de los procesos que más contribuye al avance de la degradación es la erosión hídrica. Para cuantificar la erosión se requiere de - puntos de referencia bajo conservación permanente. Por ello, resulta necesario definir el marco geográfico básico para evaluar la magnitud de la degradación y estar en posibilidad de planear las acciones tendientes a preservar y combatir la degradación de los recursos. Una unidad básica, natural y útil para la planeación del manejo y conservación de los recursos es la Cuenca Hidrológica ya que permite relacionar los aspectos de manejo de - los recursos con las variaciones de los procesos - dentro del ciclo hidrológico.

En el estudio de caso presentado, se señaló la posibilidad de utilizar la fotografía aérea para - cuantificar los cambios ocurridos en la Selva Lacandona, Chis., México, en un período de 8 años de rivados de los programas de colonización y asentamientos humanos. Los resultados del estudio señalan que la superficie de selvas se redujo en 12%; los acahuales y quemadales se incrementaron en 9%, y el área agropecuaria aumentó en 3%. Al correlacionar el número de habitantes con la superficie en uso agropecuario actual, se observa que la superficie por familia no es suficiente para satisfacer las necesidades de alimentos de esa población. --

Otro resultado importante del estudio fué el conocer que el Estudio Dasonómico elaborado para la Selva Lacandona, no fué de utilidad para planear y organizar los aprovechamientos forestales de esa zona.

Para solucionar esta situación se propone crear verdaderas reservas forestales; solucionar los conflictos de tenencia de la tierra; tomar en cuenta el óptimo uso del suelo, de acuerdo con su capacidad productiva; organizar a los campesinos forestales; y establecer y aplicar medidas políticas programáticas.

Se enfatizó la necesidad de vincular la educación y cultura ecológica en todos los sectores de la población en el proceso de formulación de planeación nacional, para apoyar el logro de los objetivos y metas que se propongan en los programas agrosilvícolas diseñados para las zonas tropicales.



EFFECT OF SITE AND SOIL ON SITE INDEX OF INDIAN  
CHIR PINE (PINUS ROXBURGHII) IN LESSER HIMALAYAS 1/

A.K. Sharma and J. Ramana Murthy 2/

Abstract--Site index, in terms of dominant and mean tree height and dominant and mean tree diameter at breast height (dbh) at age 50 of naturally growing Indian chir pine (Pinus roxburghii) was determined for 12 sites in Garhwal region of India situated in lesser Himalayan zone. Site varied in altitude, degree and aspect of slope and in soils. In order of decreasing site indices the 12 sites, rated according to absolute values of indices, ranked as follows: sites X, IX, XII, II, VI, VIII, I, V, VII, IV, XI and III. Statistically significant differences in site indices at 10 per cent or lower levels of significance were observed due to degree of slope and soil family class. Sites with moderate (50 percent or less) slopes had better dominant tree heights as well as dominant and mean dbh than sites on steep (more than 50 percent) slopes. Dominant and mean heights of trees growing on loamy and clayey soil families were significantly higher than of those trees growing on loamy skeletal soil families. In addition, the effect of slope aspect on dominant tree height <sup>was</sup> significant at 10.3 percent level. Data also suggested a relative superiority of northern and eastern aspects over southern and western aspects of slopes.

### Introduction

Growth of forest species is a function of several site factors such as soil, topography, relief and climate. Measurement of growth of forests in relation to their site is done in terms of site index which refers to the expression of site quality of forest land measured in terms of height or diameter of trees at a given age. Better sites have the advantage of producing better timber in larger quantities. The Indian or chir pine (Pinus roxburghii) is one of the important pine species in Garhwal region of India situated in lesser Himalayas. Seth (1980) reported its area as 4018 km<sup>2</sup>. It is the principal producer of resin in India. The present investigation was undertaken around the Hill Campus of G.B. Pant University of Agriculture & Technology, Ranichauri, located in Garhwal region. Chir pine occupied about 55 per cent of the total area around this campus (Murthy, 1984).

### General Description of the Area

The study area located around the Hill Campus of G.B. Pant University of Agriculture & Technology, Ranichauri lies between latitude 30° 16' and 30° 20' N and longitude 78° 29' and 78° 26' E in the Tehri-Garhwal district of Uttar Pradesh in northern India. The altitude ranges from 1500 to 2200 metres. The climatic data recorded for the period from July 1982 to June 1983 (one year) gave a total rainfall as 1347 mm and the mean maximum and minimum monthly temperatures as 22.4°C and 8.3°C, respectively. Total snowfall recorded in December and January was 335 mm and the mean maximum summer and winter temperatures were 14.3°C and 1.4°C respectively. A survey of study area indicated that chir pine (Pinus roxburghii) occupied about 55% of the total area, scattered scrubs 20%, banj oak (Quercus species) mixed forests 15% and agricultural land 5%. Rest of the area was under miscellaneous use. Pine existed in the entire altitudinal range, Deodar (Cedrus deodar) at high and oak in intermediate altitudes. Geologically the Garhwal Himalayas occur in an elongated sedimentary belt from Kali valley to the North west of Yamuna valley and is bounded by the main central and north Almora thrust.

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics, International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ A.K. Sharma is Associate Professor, Department of Soil Science, G.B. Pant University of Agriculture & Technology, Pantnagar, India and J. Ramana Murthy is Junior Research Officer (Soils) G.B. Pant University of Agriculture & Technology, Research Station, Majhera, Nainital, India.

### Materials and Methods

The forest area under naturally growing pine was surveyed and suitable sites were selected. The sites selected were at two altitudes (1500-1600 m and

1800-2100 m), had four aspects (north, south, east and west) and two categories of slopes (over 50% and less than 50%). At low altitudes east and west aspects with pine forests being absent, the total number of sites studied were only 12. Slope of each site was measured with an Abney level. The average altitudes were determined using an altimeter while the aspect was determined by magnetic compass. The age of trees considered for measurement of site index varied from 15 to 110 years but trees with age group of 30 to 60 were dominant. On each site six plots (replications measuring 20 x 25 m) (500 m<sup>2</sup>) were demarked to account for minor variations. On each plot 5 to 6 trees of different age group were randomly picked for observations on tree height and girth at breast height over bark. Thus, total between 30 and 36 trees on each site were selected. All trees selected were erect, unforked, damage free and without any disease or physiological malfunction. The height of each tree was measured with the help of an Abney level. The diameter at breast height was calculated from the measurements made of the circumference using a metallic tape.

Using the mean and dominant heights and diameters of the trees against their ages the site index curves were computed. The site indices at age 50 were then determined from these curves. A representative soil pedon for each site was dug and soil profile described as per procedure given by Soil Survey Staff (1951). Horizon wise soil samples were collected and analysed for selected soil properties using standard procedures described by Black (1965). Based on these properties the soils were classified according to USDA Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975).

## Results and Discussion

### Site Characteristics

Summary of characteristics of the 12 sites are given in Table 1. The average altitude for sites in the high altitude range varied from 1800 m to 2075 m while that for low altitude range varied from 1525 m to 1600 m. The slope ranges varied from 25 to 32% and 62 to 70% and tree density varied from 500-550 and 1000-1100 per hectare.

### Soil Characteristics and Classification

Detailed morphological physical and chemical characteristics of soils of representative pedons associated with each site are given elsewhere (Murthy, 1984). A summary of these characteristics and classification of

Table 1. Location and characteristics of sites.

Site No.	Location	Mean altitude (m)	Aspect	Slope range (%)	Tree density (per ha)
I	Dandachali village	2075	North	53-58	500-550
II	"	1950	"	25-32	600-700
III	"	2050	South	55-62	500-600
IV	"	2025	"	25-32	600-700
V	Pankhil village	1525	North	55-60	600
VI	"	1550	"	30-32	550-600
VII	"	1550	South	60-67	500-550
VIII	"	1600	"	25-30	600
IX	1 km from Hill campus towards Dandachali	1850	East	57-62	600
X	"	1800	"	36-40	650-700
XI	Tegna village	1900	West	62-70	1000-1100
XII	"	1875	"	32-36	1000-1100

soil are presented in Table 2. The colours of surface soil varied from very dark gray to very dark brown while those for subsoil varied from dark yellowish brown to reddish brown. Textures of surface soil were silt loam or silty clay loam while those for subsoil were some what heavier being silty clay loam and silty clay. pH of both surface as well as subsoil were in the slightly acidic to neutral range. The soil structures were dominantly of subangular blocky type. All the profiles exhibited characteristics of being well drained. The solum depth was shallowest (19 cm) for pedon number 4 and deepest (>100 cm) for pedon 12. Seven of the soils belonged to order Mollisol, four to Inceptisol and one to Entisol of USDA soil taxonomy. In terms of family classification, an important category from the view point of soil productivity, six of the soils belonged to 'loamy skeletal', three to 'loamy' and three to 'fine clayey' textural classes.

### Site index in relation to site

The site index data of pine at 50 years age for each site in terms of dominant and mean tree heights as well as dominant and mean tree diameters are given in Table 3. In order to compare the sites among themselves, first an absolute ranking from best to poorest (first to twelfth) for each category of site index data was done. Then an overall ranking considering the rank of each site for individual category of site index data was done. For example, site X ranked first in terms of dominant and mean



Table 2. Characteristics and classification of soils associated with sites.

Site No.	Pedon No.	Soil characteristics				Soil classification
		Surface	Subsoil	Profile drainage	Solum depth (cm)	
I	1	Very dark gray, silty clay loam, granular, pH 5.8	Reddish brown, silty clay loam, subangular blocky, pH 5.3	Well	38	Loamy, skeletal, mixed mesic, Typic Hapludoll
II	2	Very dark grayish brown, silt loam, subangular blocky, pH 5.6	Dark reddish brown to reddish brown, silty clay loam, subangular blocky, pH 5.7 to 5.8	Well	77+	Loamy, mixed, mesic, Typic Hapludoll
III	3	Very dark grayish brown, silty clay loam, granular, pH 5.8	Dark reddish brown, silty clay loam, granular, pH 5.7	Well	43	Loamy skeletal, mixed mesic, Typic Hapludoll
IV	4	Very dark gray, silty clay loam, granular, pH 5.8	Brown, silty clay, granular, pH 5.1	Well	19	Loamy skeletal, mixed, non acid, mesic, Andeptic Lithic Udorthent
V	5	Very dark gray, silty loam, subangular blocky, pH 5.9	Reddish brown to yellowish red, silty clay loam, granular, pH 5.8 to 5.9	Well	54	Loamy skeletal, mixed, mesic, Typic Hapludoll
VI	6	Very dark gray, silty loam, granular, pH 5.8	Reddish brown, silty clay loam, granular, pH 6.0	Well	74	Loamy, mixed, mesic, Typic Hapludoll
VII	7	Dark gray brown, silty clay loam, subangular blocky, pH 6.2	Dark Yellowish brown, silty clay loam, subangular blocky, pH 5.8	Well	45	Loamy, skeletal, mixed, mesic, Andic Dystric Eutrochrept
VIII	8	Very dark gray brown, silty clay loam, subangular blocky, pH 5.8	Brown to yellowish red, silty clay loam, subangular blocky, pH 5.6 to 5.8	Well	60	Fine clayey, mixed, mesic, Andic Dystric Eutrochrept
IX	9	Very dark grayish brown to dark brown, silty loam to silty clay loam, granular, pH 5.9 to 6.0	Dark reddish brown to reddish brown, silty clay loam, subangular blocky, pH 6.0	Well	80	Loamy, mixed, mesic, Typic Hapludoll
X	10	Very dark gray, silty clay loam, subangular blocky, pH 5.6	Reddish brown to dark reddish brown, silty clay to silty clay loam, subangular blocky, pH 5.1 to 5.6	Well	47	Fine clayey, mixed, mesic, Andic Dystric Eutrochrept
XI	11	Dark yellowish silty clay loam, subangular blocky, pH 6.0 to 6.2	Dark yellowish brown, silty clay loam, subangular blocky, pH 6.0	Well	58	Loamy skeletal, mixed mesic, Andic Dystric Eutrochrept
XII	12	Very dark brown to dark brown, silty loam to silty clay loam, subangular, blocky, pH 5.5 to 5.8	Reddish brown to dark reddish brown, silty clay to silty clay loam, subangular blocky, pH 5.5 to 5.6	Well	100+	Fine clayey, mixed, mesic, Typic <del>Argi</del> udoll

tree heights and mean tree diameter while it ranked second in terms of dominant tree diameter. The site III on the otherhand ranked seventh in terms of mean tree height and mean tree diameter but ranked eighth in terms of dominant tree height and diameter. Over all

ranking of site I came first and that for site III came last. This way the ranking of sites in terms of overall site index was in the following order (the best the first and the poorest the last): X, IX, XII, II, VI, VIII, I, V, VII, IV, XI, III. A comparison of these ranking with site



Table 3. Site index of pine at age 50 years for different sites.

Site No.	site index (m)			
	Dominant tree height	Mean tree height	Dominant tree diameter	Mean tree diameter
I	25.00	22.50	0.450	0.415
II	25.25	23.75	0.450	0.425
III	21.25	18.25	0.465	0.405
IV	23.75	20.25	0.500	0.445
V	24.50	23.75	0.495	0.445
VI	25.25	22.50	0.510	0.455
VII	23.75	22.50	0.465	0.425
VIII	25.00	22.50	0.525	0.440
IX	26.25	24.00	0.470	0.445
X	27.75	25.00	0.520	0.465
XI	22.00	19.75	0.430	0.385
XII	26.00	23.50	0.475	0.445

Overall ranking of sites in order of decreasing site index (the best the first and the poorest the last): X, IX, XII, II, VI, VIII, I, V, VII, IV, XI, III.

characteristics (Table 1) and soil characteristics (Table 2) indicated that the site with high altitude, eastern aspect, lesser slope and having fine clayey, mixed, mesic, Andic Dystric Eutrochrept type of soil was best while a site with high altitude, southern aspect, higher slope and having loamy skeletal, mixed, mesic, typic Hapludoll soil type was the poorest site for the growth of chir pine. Individual components of sites and soil classes in relation to site indices have been analysed and discussed in the paragraphs below :

#### Effect of Site Components on site index

The analysis of variance of site index data in relation to various site components such as altitude, aspect and slope class were performed on the data of Table 3. The analysis revealed that only degree of slope (slope class) significantly influenced the site index (Table 4). The dominant tree height on moderate slopes was significantly better at 10% level over that on strong slopes. In terms of dominant and mean tree diameter, however, the moderate slopes were significantly better over strong slope at 5% level. The reasons for better performance of trees on moderate slopes compared to strong slope may be due to lesser runoff of rain water thereby causing better moisture, nutrient and soil retention on moderate slopes needed for better tree growth. The effect of slope aspect on site index in terms of dominant height was significant at a level just above 10 percent (10.3% level), while in terms of mean tree height the index was found significant

Table 4. Means of dominant and mean tree height and, dominant and mean tree diameter in relation to degree of slope.

Degree of slope	Tree height (m)		Tree diameter(m)	
	Dominant <sup>a</sup>	Mean <sup>b</sup>	Dominant <sup>c</sup>	Mean <sup>d</sup>
Strong (>50%)	23.79	21.79	0.46	0.42
Moderate (<50%)	25.50	22.92	0.50	0.45
.....				
Mean of total	24.65	22.35	0.48	0.44

a/ Differences significant at 10%

b/ Difference non significant

c/, d/ Difference significant at 5%.

at 12.1 percent level. The trend in data also suggested a relative superiority of northern and eastern aspects over southern and western aspects of slopes. These findings suggest that more observations are needed to verify the real effect of slope aspects on pine growth.

#### Effect of Soils on Site Index

The analysis of variance of site index data of Table 3, were performed in relation to various categories of soil classification for soils associated with each site. The order, suborder, greatgroup or subgroup categories did not show any significant effect on site index. The family class considered in terms of its particle size distribution class indicated that dominant as well as mean tree height was significantly influenced due to soil family at 5% level (Table 5). Dominant or mean tree diameter, however, was not affected. Of the three particle size family classes, 'loamy' and 'fine clayey' classes gave significantly better tree heights compared to 'loamy skeletal' family class. The 'loamy' and the 'fine clayey' family classes did not differ between them significantly. Classification of soil into family category is done on the basis of those soil properties which have a direct bearing on plant growth (Soil Survey Staff, 1975). Particle size distribution class is one such criteria. Beinroth et al. (1980) and Beinroth (1984) advocated the use of soil families as test sites for agrotechnology transfer.

A detailed study of particle size distribution data of the soil pedon reported by Murthy (1984) indicated that control section of 'loamy skeletal' family class consisted of 35% or more of

Table 5. Means of dominant and mean tree heights and dominant and mean tree diameters in relation to soil family.

Soil family	Tree height(m)		Tree diameter(m)	
	Dominant <sup>a</sup>	Mean <sup>b</sup>	Dominant <sup>c</sup>	Mean <sup>d</sup>
1.Loamy skeletal	23.38	21.17	0.47	0.42
2.Loamy	25.58	23.42	0.48	0.44
3.Fine clayey	26.25	24.17	0.51	0.45
.....				
Mean of total	24.65	22.48	0.48	0.43

a/  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  and  $\bar{X}_1 - \bar{X}_3$  significant at 5%

b/  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$  and  $\bar{X}_1 - \bar{X}_3$  significant at 5%

c/,d/ differences non significant.

rock fragments whereas in case of 'loamy' class the rock fragments were less than 35% while clay fraction varied between 30 and 35%. In case of 'fine clayey' family class the rock fragments were less than 30% but the clay fraction was between 37 and 42 percent. Relatively higher clay fractions and lower coarse fragment fractions in case of 'loamy' and 'fine clayey' family classes compared to 'loamy skeletal' class appear to have influenced the moisture, and nutrient retention as well as plant anchorage, thereby affecting the growth and development of pine trees.

## References

1. Beinroth, F.H. The stratification of agroenvironment by soil taxonomy. In: Uhera, G. editor. A multidisciplinary approach to agrotechnology transfer. Proceedings of a bench mark soils project, Hawaii institute of tropical agriculture and human resource workshop, Bench Mark Soils Project, Department of Agronomy and Soils, University of Hawaii; 1984. 7-15.
2. Beinroth, F.H.; Uhera, G.; Silva, J.A.; Arnold, R.W.; Cady, F.B. Agrotechnology transfer in the tropics based on soil taxonomy. Advances in Agronomy, 33; 1980. 303-339.
3. Black, C.A. Editor in Chief. Methods of soil analysis, part 1: Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling, and part 2: Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin; 1965. 1572 p.
4. Murthy, J.R. Soil classification and site index studies on pine for Garhwal Himalayas. Ph.D. thesis, Department of Soil Science, G.B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, 1984.
5. Seth, S.K. Forests and forestry in Himalayan region. In: Proceedings of national seminar on resource development in Himalayan region. Department of Science & Technology, Govt. of India, New Delhi; 1980. 70-97.
6. Soil Survey Staff. Soil survey manual U.S.D.A. handbook No. 18 (Indian edition 1966) Oxford and I.B.H., New Delhi; 1951. 504 p.
7. Soil Survey Staff. Soil taxonomy. U.S.D.A. Soil Conservation Service handbook No. 436 (Indian reprint 1978), National Bureau of Soil Survey and Land Use Planning, Nagpur; 1975. 754 p.

Abstracto--En doce sitios de la región de Garhwal de India, en la zona de la Himalaya Minor, se determinó el índice de sitio en términos de la altura dominante y media de los árboles y el diámetro dominante y medio de los árboles a la altura del pecho, a la edad de 50 años, del pino indiano Pinus roxburghii creciendo en condiciones naturales. Los sitios son distintos en cuanto a su altura, al declive y aspecto de la pendiente y a los suelos. Los doce sitios, en términos de los valores absolutos de sus índices, tienen las siguientes posiciones (en orden decreciente): sitios X, IX, XII, II, VI, VIII, I, V, VII, IV, XI y III. Diferencias de significación estadística de los índices de sitio a niveles de significación de 10 por ciento o menos se observan en respecto al declive de la pendiente y a la clase del suelo. En los sitios con declives moderados (50 por ciento o menos) los árboles tienen mayores alturas dominantes y mayores diámetros dominantes y medio que en los sitios con declives escarpados (más de 50 por ciento). Las alturas dominantes y medias de los árboles creciendo en suelos de tipos francos y arcillosos son significativamente más altas que las de los árboles creciendo en suelos de tipos francos-esqueléticos. Además, el efecto del aspecto de la pendiente sobre la altura de los árboles es significativo al nivel de 10,3 por ciento. Los datos sugieren también que los aspectos septentrionales y orientales son superiores en comparación con los aspectos meridionales y occidentales.



CLASSIFICATION OF THE UPLAND PINE FORESTS OF  
CENTRAL HONDURAS FOR SITE QUALITY AND PRODUCTIVITY<sup>1/</sup>

Charles T. Stiff, Noe Perez, and Frederic D. Johnson<sup>2/</sup>

Abstract--A hierarchical, ecological site classification system was developed for the upland pine forests of central Honduras. The system was based on productivity as measured by Pinus oocarpa site index. Site index, soil-site, and photo-map equations were applied to the landscape, and similar Site Units were grouped to form mapping units and produce the final site map.

Abstracto--Un ordenamiento de los sistemas ecologicos de clasificacion de sitio fue desarrollado para los bosques de Pino de las montanas Honduras. El sistema se baso en la productividad como una medida del indice de sitio para Pinus oocarpa. El indice de sitio, la ecuacion del indice de sitio basada en las caracteristicas fisiograficas del suelo, y la prediccion procedente de fotos y mapas, fueron aplicadas al area en estudio. Similares Unidades de Sitio fueron agrupadas para formar unidades de mapas y producir el mapa final de los sitios.

## Introduction

For a period of years starting in 1976, conversations between personnel of the Honduras Forest Development Corporation (COHDEFOR) and the College of Forestry, Wildlife and Range Sciences (CFWRS), University of Idaho were directed toward development of research capabilities in the Honduran forest sector. The National School of Forest Sciences (ESNACIFOR) was designated by COHDEFOR as its center for forestry research. Foresters from diverse departments of COHDEFOR and personnel at ESNACIFOR were consulted to determine a suitable high priority initial research project. The choice of a site quality classification was a cooperative effort. Site quality classification is also of high priority for all of Central America. At a meeting of forestry professionals of Central America, in June 1981, the theme was "Scientific and Technical Aspects of Greatest Importance in the Forestry Sector". Research needs were established and prioritized: forest inventory was first priority while classification and survey of forest types was second (13). The proposed site quality classification would provide a forest site classification which would augment inventory data with productivity data. In addition, the classification would provide maps of site units as well as silvicultural recommendations. The system proposed could be adapted for any forest area and hence could be extended to other portions of the Central American/Caribbean region.

Subsequently, personnel of ESNACIFOR and CFWRS developed a co-operative research project which was approved by administrative personnel at

COHDEFOR and other Honduran agencies. In the fall of 1982 a contract between the United States Agency for International Development (USAID), through the Office of Science and Technology, and COHDEFOR was signed for a research project on pine site quality classification. The CFWRS was designated as the sole technical assistance agency.

The principal objectives of the project were:

1. Develop a site quality classification system which could readily be applied by Honduran foresters to the multiple-use management of the pine forests of central Honduras.
2. Relate the site quality classification system to the potential productivity of Pinus oocarpa Schiede, the principal pine of interior Honduras.
3. Provide Honduran field foresters with maps and descriptions of site classes.
4. Train Honduran personnel in aspects of research administration, project design, field sampling, data analysis and implementation of results.
5. Generate interest in a regional applied forestry research center and initiate development of research facilities in Honduras.

This paper briefly describes the site classification which provides two separate levels of information. First, a generalized relative site quality classification, which is then coupled with a more intensive assessment of Pinus oocarpa productivity related to Site Units. Detailed methodologies and results are in the final report submitted to USAID (10).

## Site Classification

In Honduras forest management activities are concentrated in the pine forests which produce over 90% of wood exports. Pinus oocarpa, the primary commercial species, covers about 1.8 million hectares in elevations ranging from 800 to

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> Charles T. Stiff and Frederic D. Johnson are Assistant Professor and Professor, respectively, Department of Forest Resources, University of Idaho, Moscow, Idaho; Noe Perez is Professor, Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Siguatepeque, Honduras.



1600 meters where it often forms pure stands. The study area comprises some 500,000 hectares centered in the area of Siguatepeque, location of the forestry school at ESNACIFOR. A serious impediment to forest management is the difficulty of determining optimal land use. Honduran foresters are currently assessing site quality using slope, soil depth, and present use. While these factors are important, a system which predicts site quality and potential productivity is essential for the rational allocation of money and personnel, and for the prediction of future wood supplies.

The methodology selected for classification of *Pinus oocarpa* sites in Honduras is both hierarchical and ecological. It is hierarchical in the sense that it begins with very large units and subsequently divides them into smaller units. It is ecological in that it considers landscape parameters such as climate, geology, natural vegetation, geomorphology, soils, and the effects of disturbance in making the divisions. The result is that each succeeding more detailed level in the hierarchy displays units which are succeeding more homogeneous in the ranges of the landscape parameters within the units. Upper levels in the hierarchy are very general in nature, while units in the lower levels of the classification have very closely defined ranges of landscape characteristics.

The classification system used was similar to that described by Barnes and others (1), and related to those of Hills (8), Jurdant and others (11), Rowe (17) in Canada, Christian and Stewart (3) in Australia, and Wertz and Arnold (19) for the U.S. Forest Service in the United States. Four levels of classification were used for this project (fig. 1). The two most detailed levels required collection and analysis of new field data in order to finalize their definitions.

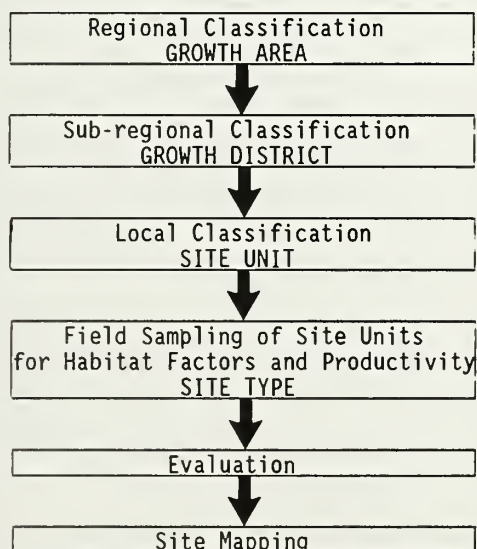


Figure 1--Hierarchical model of the site classification system (adapted from Spurr and Barnes (18)).

## Growth Area, Growth District and Site Unit Delineation

Major landscapes, termed Growth Areas, were identified on the basis of broad climatic, geologic, and vegetative classes. Conceptually, different Growth Areas are roughly analogous to the various climax forest formations in tropical America. Holdridge's "Life Zones" (9) were used as the climatic classification; morphotectonic units described by Dengo (5) were used as the geologic classes; and the pine/oak forest (4) was used as the vegetative class. The superposition of the three classifications resulted in the delineation of Growth Areas (table 1).

Table 1--Growth areas in Honduras.

1. Volcanic mountains and plateaus supporting *P. oocarpa*
2. Mountains of the north and east supporting *P. oocarpa*
3. Volcanic mountains and plateaus supporting *P. caribaea*
4. Mountains of the north and east supporting *P. caribaea*
5. Mountain tops supporting cloud (oak/evergreen) forests
6. Volcanic plateaus and valleys supporting xerophytic forests
7. Mountains and valleys of the north and east supporting broadleaf rain forests
8. Caribbean coastal plain supporting rain forests and edaphic *P. caribaea* savanna
9. Pacific coastal plain supporting deciduous forests

The project area was located in the "volcanic mountains and plateaus supporting *Pinus oocarpa*". This Growth Area was subdivided into more homogeneous units, Growth Districts, which have similar patterns of landforms, soils, and groundcover vegetation. The areas with similar landform patterns were identified from ground reconnaissance and aerial photo interpretation. The soil patterns were identified from existing soil maps (2,7). Vegetative patterns used were those recognized by Robbins and Hughes (16) supplemented by ground reconnaissance. The information from these sources was integrated to delineate three Growth Districts: "mountains", "dissected plateaus", and "broad valleys".

The area immediately around Siguatepeque occurs in the "dissected plateaus", which is intermediate in elevation and moisture, and therefore vegetation. The "broad valleys" and "mountains" tend to have warmer, drier and cooler, more moist vegetation types, respectively.

The "dissected plateaus" Growth District was divided into Site Units which are defined as collections of individual sites having similar patterns of occurrence of soils, landforms, and vegetation. Since the patterns of soils and vegetation are largely controlled by physiography, the Site Units developed were landform units defined on the basis of slope class, slope shape, and depth of dissection (table 2). These landform

units were based on a classification for tropical volcanic landforms developed in Indonesia (6). The Site Units were delineated by aerial photo interpretation and ground verification.

Table 2--Site unit definitions.

111.	Flat to slightly concave, poorly drained areas, <2% slopes, and <1 meter relief
112.	Slightly dissected, flat to gently sloping to undulating plateau remnants, <6% slopes, and <10 meters relief
113.	Slightly dissected, sloping to rolling plateau remnants, 7-15% slopes, and <10 meters relief
114.	Moderately dissected, rolling plateau remnants, 7-15% slopes, and 10-50 meters relief
115.	Moderately dissected hills with moderately wide, rounded interfleuves, 15-40% slopes, and 10-50 meters relief
116.	Dissected hills with narrow interfleuves, 15-50% slopes, and 10-50 meters relief
117.	Dissected hills and hill slopes with narrow, rounded interfleuves, >40% slopes, and 50-300 meters relief
118.	Strongly dissected hills and hill slopes, sharp ridges, >40% slopes, and 50-300 meters relief
119.	Slumps, landslides, and rubble; highly variable land form

#### Field Sampling

Each Site Unit contained one to several sites, defined as areas having nearly uniform understory and overstory vegetation, soils, slope position, and slope shape. The slope position and slope shape were classified into Site Types, shown in table 3. The sites were recognized in the field since they were too small to be recognized on the aerial photos. These sites were the basic unit for the field sampling.

Table 3--Site type definitions.

0.	Undefined type.
1.	Savanna, riparian, or very wet site.
2.	Plateau top, level to slightly sloping, slightly concave to slightly convex.
3.	Convex ridge tops and shoulders.
4.	Concave slopes and broadly concave incipient drainages.
5.	Convex slopes and ridge noses.
6.	General slopes which cannot be placed in either of the above two classes (understory vegetation should be uniform).
7.	Foot and toe slopes, concave to irregular, or terraces of savannas and streams (water/debris accumulation areas).
8.	Landslides and mass movements.
9.	To be defined.

Two hundred 0.4 hectare sample plots were widely distributed over parts of the Growth District within about 100 km of Siguatepeque. Sample sites were located in either pure or mixed stands of *Pinus oocarpa*, on sites considered to be fully utilized by the trees. In addition, each sample site was selected to have a uniform understory vegetation, soil type, and Site Type.

Sample sites were selected to cover a wide range of aspects, slopes, and elevations occurring in the Growth District. At each plot, data were gathered relating to the physical environment, climate, understory vegetation, stand attributes, and individual tree characteristics.

#### Site Productivity

Plot data were used to determine site productivity as measured by *Pinus oocarpa* site index, which was subsequently related to the landscape classification system through soil-site and photo-map prediction equations. All data analyses used SAS statistical programs (14).

#### Site Index Analysis

Two dominant or codominant *Pinus oocarpa* site trees were felled per plot and both were sectioned into 12 segments. Suitable site trees had a minimum breast height age of 15 years, healthy appearing crowns with no observable top damage, and no history of suppression or damage as evidenced by increment cores taken at breast height. As is the custom with Honduran foresters, it was assumed that ring counts were equivalent to age.

Graphs of height vs. breast height age were produced for all site trees. If plotted data indicated suppression during tree development, that tree was deleted from the analyses. This procedure reduced the total number of site trees from 402 to 389, and the number of plots from 200 to 195. The averages for the remaining site trees were: dbh of 31.8 cm, total height of 20.7 meters, and breast height age of 37 years. The corresponding range of sampled measurements were 16.1-78.1 cm, 11.0-34.4 meters, and 15-129 years.

Height growth data for each plot were summarized with a Richards' (15) function:

$$H = b_0(1 - e^{b_1 A})^{b_2} \quad (\text{Eq. 1})$$

where, H is total height minus 1.3 meters, A is breast height age, and  $b_0$ ,  $b_1$ , and  $b_2$  are parameters estimated using nonlinear regression. Equation (1) was then evaluated for each plot at index age 15 years to estimate plot site index. Table 4 lists the number of sampled plots by 5-meter site index class for various levels of slope, aspect, and elevation.

A modified Dahms' method using multiple regression with iterative weighting (12) was used to derive the following site index equation:

$$\begin{aligned} \text{SI} = 1.3 + \text{HT} - 0.761 * (\ln(A)^2 - \ln(15)^2) \\ + 0.015 * (A * \ln(A) - 15 * \ln(15)) \\ + 6.968 * \text{HT} * (1/A - 1/15) \end{aligned} \quad (\text{Eq. 2})$$

where, SI is the predicted site index in meters, HT is total height minus 1.3 meters, A is age at breast height, and  $\ln$  is the natural logarithm. The model fit to 1,325 height-age observations from 195 plots explained 95% of the variability in site index, and had an unweighted 1.26 meter



standard error. Polymorphic site curves derived from equation 2 are shown in figure 2.



Figure 2--Site index equation plotted in conventional height vs. age format for six site index classes.

Table 4--Number of sampled plots by site index class for various levels of slope, aspect, and elevation.

Levels of slope, aspect and elevation	Site Index Class (m) at Age 15					
	5	10	15	20	25	Total
----- no. of plots -----						
Slope (%)						
1-10	1	11	13	6	1	32
11-20	0	13	19	8	0	40
21-30	1	13	16	7	0	37
31-40	3	10	17	4	0	34
41-50	2	5	8	2	1	18
51-60	2	7	6	0	0	15
>60	2	12	5	0	0	19
-----						
Aspect						
N	2	11	10	4	0	27
NE	4	9	15	3	0	31
E	3	15	8	2	0	28
SE	1	7	9	4	1	22
S	1	8	15	4	0	28
SW	0	8	11	3	1	23
W	0	5	8	2	0	15
NW	0	8	8	5	0	21
-----						
Elevation (m)						
651-850	1	5	3	0	0	9
851-1050	5	22	20	9	1	57
1051-1250	2	22	27	6	1	58
1251-1450	1	5	16	4	0	26
1451-1650	0	9	5	6	0	20
1651-1850	2	7	11	1	0	21
>1850	0	1	2	1	0	4
TOTALS	11	71	84	27	2	195

#### Soil-Site and Photo-Map Analysis

The most accurate and precise procedure for estimating site index is to measure the heights and ages of an adequate sample of site trees. If

no suitable site trees exist, then indirect methods which rely on the relationship between site index and various environmental factors are necessary. Both soil-site and photo-map site models were fit to the 195 plot observations using multiple regression techniques.

The soil-site model was fit as a function of Site Unit, Site Type, percent surface rocks, species composition, percent slope, aspect, soil depth, and mean annual temperature and precipitation. Mean annual temperature and precipitation are taken from Plan Comayagua maps, while other values are recorded in the field. The model accounted for 64% of the variability in plot site index with a standard error of 2.46 meters.

Under certain time and financial constraints it may not be feasible to send crews into the field to measure either site index or other site factors. However, site productivity can be estimated if recent maps, aerial photos, and/or other remote-sensed data are available. A photo-map model was fit as a function of Site Unit, percent slope, aspect, and mean annual temperature and precipitation. It explained 42% of the variability with a standard error of 3.04 meters. While not as accurate or precise as the site index or soil-site equations, many more photo-map plots can be installed for the same cost.

#### Vegetation Analysis

Species lists with ocular estimates of cover were compiled for all sampled stands. These lists were derived from a plotless sample of a least 0.1 hectare of uniform vegetation centering on the established plot center.

Results of this study regarding vegetation as site indicators were unpromising. However, the vegetation analyses did add more depth to the hypothesis that most of the pine forests of central Honduras are in an early stage of secondary succession. First, of the 275 understory species identified (51% or 285 additional plants encountered were not identified), 25 occurred with high constancy and low fidelity throughout the elevational range sampled and on all site index classes. Another indicator of secondary succession was the scattering of individual species that have no particular affinity for any habitat. Of the 250 remaining species, 163 occurred on four sites or less (2% constancy). This means that 65% of the species available to help form communities, or to indicate site potential, had either such low constancy as to be meaningless, or were worthless since they had wide amplitude and low fidelity. Apparently the hundreds of years of grazing/fire disturbance has resulted in wide amplitude "weedy" plants dominating the ground vegetation beneath the seral pine stands.

#### Site Mapping

Site mapping procedures combined the landscape classification with site index, soil-site, and photo-map equations to estimate



potential forest productivity within Site Units. Only that part of the Growth District around Siguatepeque and the ESNACIFOR school forest was mapped, as a demonstration of the procedure. The Site Units, as geomorphologic units containing numerous habitats, had been delineated on the aerial photos based on their landform characteristics. The Site Types themselves were too small to be mapped. Therefore, all Site Units were sampled by transect, either on the ground, or using maps and aerial photo interpretive methods. At regular intervals along the transects, requisite data were collected for the respective productivity equations. From the data, a site class was calculated for each sampled site along the transect. The percentages of each site class from the transect data were assumed to be representative of the Site Unit as a whole. Site Units with similar percentages of site classes were grouped and designated as mapping units, with unique symbols on the maps. Therefore, the mapping units represented a subdivision of the Site Units based on differences in the predicted productivity.

Each mapping unit description included: name and location of the mapping unit; percent slope, elevation, and mean annual precipitation and temperature ranges; percentages of each site class; and site parameters within the mapping unit indicative of the different site classes.

### Summary

The ecological site classification system developed for Pinus oocarpa forests in central Honduras gives forest planners flexibility to evaluate management alternatives based on site quality indicators and/or potential site productivity. Application to other areas could involve two alternatives. Under less intensive management regimes, individual sites can be assessed using landscape classification to differentiate relative site quality. As management becomes more intensive, greater precision can be added by field sampling. Where suitable site trees are available, along with adequate financial and manpower resources, site productivity can be estimated most precisely using height-age field measurements. Therefore, potential production and the efficacy of silvicultural treatments can be ascertained directly for those sites. With more limited resources, less accurate site productivity can be estimated indirectly using physiographic, edaphic, and climatic factors measured on the ground, or interpreted from aerial photos and existing maps. While these indirect methods lack the precision of direct measurement, site classification can be completed on both timbered and non-timbered lands. For organizations, such as COHDEFOR, involved with long-term regional forest planning, productivity estimates based on indirect methods can prove a more expedient and far less costly initial classification. Resultant site maps, which combine site classification and productivity estimates, provide a tool for land-use planning, and help identify forest lands to manage for future wood supplies.

In general, forest ecosystem classification is well suited to countries like Honduras for several reasons:

1. The method is hierarchical with climate and geology emphasized at the highest level. This facilitates transfer of established methodology to diverse climates and ecosystems with fundamentally different structural and functional components.
2. The system is ecological and integrates information on climate, physiography, soils, and vegetation. Such a multifactorial approach is far more useful than single factor approaches, such as soil or vegetation classifications when countries are faced with little basic information and complex-use problems.
3. The classification is flexible. If certain management requirements or problems are acute, there is room within the system at the local level to create "special use" ecosystems. Also, since the scale of ecosystem mapping is not rigid, it can vary with manpower and financial constraints.
4. The system is relatively simple to create, apply, and understand. There are only four levels in the classification hierarchy and the terminology is simple and easy to translate.

### Literature Cited

1. Barnes, B.V.; Pregitzer, K.S.; Spies, T.A.; Spooner, V.H. Ecological forest site classification. *Journal of Forestry* 80:493-498; 1982.
2. CATASTRO NACIONAL. Estudio de suelos a reconocimiento del Departamento de Intibuca y el sector norte del Dept. de La Paz. Tegucigalpa, Honduras; 1983. 50 p.
3. Christian, C.S.; Stewart, G.A. Methodology of integrated surveys. In: Aerial surveys and integrated studies. Proceedings of the Toulouse Conference, UNESCO. Natural Resource Research VI. Place de Fontenoy, Paris; 1968: 233-280.
4. Denevan, W.M. The upland pine forests of Nicaragua: A study in cultural plant geography. *Univ. of California Publications in Geography* 12:251-320; 1961.
5. Dengo, G. Estructura geologica, historia tectonica y morfologia de America Central. Centro Regional de Ayuda Tecnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, Mexico; 1968.
6. Desaunettes, J.R. Catalogue of landforms for Indonesia. Soil Research Institute, Bogor, Indonesia; 1978. 111 p.
7. FAO. Informe al Gobierno de Honduras sobre los suelos de Honduras. Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo, No. AT 2630. ONUAA, Roma; 1969. 88 p. + mapa.

8. Hills, G.A. An integrated iterative holistic approach to ecosystem classification. In: Thie, J.; Ironside, G. eds. Ecological (Biophysical) Land Classification in Canada. Ecological Land Classification Series, No. 1. Lands Directorate, Env. Canada, Ottawa; 1977: 73-97.
9. Holdridge, L.R. Mapa ecologico de Honduras, 1:1,000,000. Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica; 1962. 1 mapa.
10. Johnson, F.D.; Stiff, C.T.; Perez, N. Final report to USAID: Classification of the upland pine forests of central Honduras for site quality and productivity; 1985. 114 p.
11. Jurdant, M.; Lacate, J.S.; Zolati, S.C.; Runka, G.G.; Wells, R. Biophysical land classification in Canada. In: Bernier, B.; Winget, C.H. eds. Forest Soils and Forest Land Management. Laval Univ. Press, Quebec; 1975.
12. Monserud, R.A. Height growth and site index curves for inland Douglas-fir based on stem analysis data and forest habitat type. Forest Science 30:943-965; 1984.
13. Organization of American States, Newsletter #5. Washington, D.C.; August 1981.
14. Ray, Alice Allan, ed. SAS user's guide: statistics. Raleigh, NC: SAS Institute, Inc.; 1982. 584 p.
15. Richards, F.J. A flexible growth function for empirical use. Journal of Experimental Botany 10:290-300; 1959.
16. Robbins, A.M.J.; Hughes, C.E. Provenance regions for Pinus caribaea Morelet and Pinus oocarpa Schiede within the Republic of Honduras. Tropical Forestry Papers No. 18. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, England; 1983. 77 p. + maps.
17. Rowe, J.S. Soil, site and land classification. Forestry Chronicle 38:420-432; 1962.
18. Spurr, S.; Barnes, B.V. Forest Ecology, 3rd edition. New York: John Wiley and Sons; 1980. 687 p.
19. Wertz, W.A.; Arnold, J.F. Land systems inventory. Ogden, Utah: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Expt. Station; 1972. 12 p.

De los diversos tipos de vegetación tropical en México, se considera que sólo dos son los más importantes para la producción comercial de madera: La Selva Alta Perennifolia y las Selvas Medianas. Se hace una breve relación de las condiciones ecológicas y se describen 12 especies que se consideran más importantes en la actualidad.

In Mexico only two types of vegetation are considered the most important for commercial wood production, they are the Tropical Rain Forest and Tropical semideciduous Forest. This paper describes the ecological conditions and uses of 12 of the most important species.

## INTRODUCCION

De los antecedentes que se tienen de la explotación forestal en México de las zonas cálido-húmedas, surgen datos principalmente con el aprovechamiento del palo de tinte (Haematoxylum campechianum) en la época colonial, como objeto de comercio o pago tributario que la Nueva España hacía a la Corona Española. Existen algunos documentos que señalan lo que representaba, en cierto modo, de las incursiones de piratas que se llevaban el palo de tinte almacenado en los lugares que incursionaban como Campeche, Cd. del Carmen (Isla de Tris). También fue consecuencia del establecimiento de la colonia inglesa de Belice, para contrarrestar el no monopolio que España ejercía sobre este producto. Luego ocurre la explotación de las maderas preciosas casi a la par que el tinte, como la caoba, y el cedro, que hasta la fecha se realiza en forma intensiva. Años después se explota el zapote (Manilkara zapota) de cuyo tronco se obtienen el latex de chicle (goma de mascar) inicia su explotación a principios de 1900 en varios estados del país, en actualidad aún sigue explotándose en pocas cantidades, debido a la aparición de productos sintéticos que lo substituyen.

1/ Ponencia presentada en la Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo Evaluación de Tierras y Recursos Naturales para la planeación Nacional en las zonas Tropicales (Chetumal, México, enero 25-31 de 1987).

2/ Biólogo Javier Chavelas Polito. Jefe de Centro Experimental Forestal San Felipe Bacalar, Q. Roo. México (INIFAP).

## VEGETACION

Para México se calcula que existen unas 7 mil especies de fanerógamas de las cuales existen unas 40 o 50% en las zonas cálido-húmedas del país. De los 32 tipos de vegetación descritos para México (Miranda y Hernández, 1963). Se considera que sólo 2 tipos son los más importantes y en donde se encuentran las especies de valor comercial. Las especies maderables tropicales con valor económico, se estima que no pasan de 100 y se encuentran preferentemente en Selvas Altas y Medianas. Y sólo algunas en otros tipos de vegetación como el tinte (Haematoxylum campechianum) para usos especiales, o como el mangle (Rhizophora mangle). Las selvas como unidad fisiológica, son comunidades densas, con alta diversidad de especies, con 3 ó más estratos además con bejucos, epífitos y parásitas (Miranda y Hernández op. cit.)

### 1°.- Selva Alta Perennifolia (Tropical Rain Forest).

Los individuos que la constituyen sobrepasan los 30 m de alto, y en algunos casos los 50 m. como en el norte de Chiapas; configurando diversos estratos; ocupan áreas con suelos de origen ígneo, calizo (sedimentario marino) así como suelos de tipos laterítico y coluvio-aluvial, rendzinas, etc. con buen drenaje, aunque suelen inundarse por breves períodos. Con precipitaciones de 2000 mm ó más y en altitudes de entre 0 y 700 m sobre el nivel del mar. Pero bajo condiciones excepcionales sobrepasan la cota de 1000 m con temperaturas a 20°C. Sus límites altitudinales se establecen con otros tipos de vegetación como, los bosques de pino, encino y el de caducifolios. Hacia las partes bajas limita con las selvas bajas caducifolias, y acuáticas.



Se distribuye en los estados de Chiapas, Tabasco, Veracruz y norte de Oaxaca, con una superficie aproximada de 74 562 km<sup>2</sup> o sea el 3.80% del país. (Flores et al 1971).

2°.- Selva Mediana, este tipo de vegetación se encuentra muy relacionado con selvas altas, pero los individuos que la constituyen llegan a alcanzar los 30 m de alto y pierden sus hojas en la época de secas, en los 3-4 meses en un 25 y 75% de ellos. (Incluye las Selvas Medianas subperennifolias y medianas subcaducifolias de Miranda y Hernández op cit).

Ocupan áreas con precipitaciones entre -- 1000 y 2000 mm y temperaturas en promedio anual superiores a los 18°C. Los suelos pueden ser de similar origen a los de la selva alta. Sus límites son la selva alta, la selva baja caducifolia, palmares y vegetación acuática principalmente. Se calcula que ocupa una superficie (Flores et al op cit). de 117 750 km<sup>2</sup>. o sea un 6.0% del país. Estos son los 2 principales tipos de vegetación descritas en donde el potencial de aprovechamiento forestal ha fincado la explotación de las especies maderables como ya se apuntó anteriormente.

#### DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

Por necesidades de tiempo sólo se describirán las características ecológicas de unas 12 especies que se seleccionaron de un grupo de 40; para la selección se tomó en consideración:

1. Amplitud ecológica de su distribución y abundancia.
2. Importancia económica y/o
3. Características especiales de su madera.

Swietenia macrophylla King. (MELIACEAE)  
Caoba, mahogany.

Arbol de más de 40 m. de alto.  
Selva alta perennifolia, S. Medianas y Bajas Caducifolias de los Estados de Veracruz, Norte de Puebla y Oaxaca, Tabasco, Campeche, Q.Roo. y Yucatán.

USOS: son diversos y amplios, como madera aserrada, triplay, torneados, duela, lambrín, etc.

Cedrela odorata L. (MELIACEAE) Cedro, red cedar. Arbol de más de 40 m. de alto  
Selvas altas y medianas, y áreas perturbadas en donde es protegido por el hombre se localiza también en jardines, casas, etc. Estados: desde Tamaulipas a Q. Roo y de Sinaloa a Chiapas. En suelos de origen diverso.

USOS: Tan diversos como los de la caoba. Por el olor de la madera también se usa como envoltura de cigarros-puros.

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. (MIMOSACEAE) Guanacastile. Arbol de hasta de 30 m. de alto. Se distribuye en diversos tipos de vegetación sobre todo en donde ha sido perturbada por el hombre, que lo protege por ser excelente sombra y sus frutos aprovechados como forraje. Se distribuye desde el sur de Tamaulipas a Q. Roo, por la vertiente del Golfo de México y de Sinaloa a Chiapas por la del Pacífico.

USOS: Se usa como madera aserrada en construcciones diversas así como chapa, lambrín, duela, canoas, etc' así como los de sombra, forraje y ornato.

Ceiba pentandra (L.) Gaerth (BOMBACACEAE) Ceiba, Kapóc. Este árbol llega a sobrepasar los 40 m de alto. Tiene una amplia distribución ecológica sobre todo selvas altas y medianas; en áreas perturbadas, con suelos de origen diverso y situaciones de bueno y mal drenaje. Se distribuye desde el Sur de Tamaulipas a Quintana Roo y de Sonora a Chiapas.

USOS: Se usa preferentemente como centros y vistas de triplay, su madera es casi blanca y suave. Se le protege en áreas de cultivo y ganaderas. Se aprovecha por su gran fuste, sobre todo de los estados de Veracruz, norte de Oaxaca, y Tabasco.

En la Península de Yucatán tiene otras características su madera que la hacen difícil de trabajar.

Bursera simaruba (L.) Sarg. (BURSERACEAE) Chacá, mulato. Arbol de unos 25 m. de alto. Se considera un árbol primario o secundario en diversos tipos de vegetación y puede ser una especie pionera en áreas desmontadas. En selvas altas a bajas caducifolias. Desde Tamaulipas a Q. Roo., y de Sinaloa a Chiapas.

USOS: Por las características de su madera, que contiene buena cantidad de agua, se mancha por hongos rápidamente por lo que tiene que ser usada inmediatamente de cortado. Se usa como centros y vistas de triplay, así como cercos vivos y forraje.

Simarouba glauca D.C. (SIMAROUBACEAE) Pasaak, negrito. Es un árbol de hasta 30 m de alto. Ocupa áreas un poco más secas en los estratos medios de las selvas altas, es muy abundante en las selvas medianas sobre suelos de diferente origen, prefiriendo los de calizas como en la Península de Yucatán. Se distribuye en los estados de Veracruz, norte de Oaxaca hasta Quintana Roo, y de Michoacán a Chiapas.

USO: Se le usa como centros y vistas de triplay, y con colorantes pueden sustituir otros tipos de maderas. Como su madera es semiblanda puede mancharse fácilmente. Su corteza se usa en medicina rural y el fruto es apetecido por el hombre y animales silvestres.

Dendropanax arboreus (L.) Planch & Decne (ARALIACEAE). Sacchacá. Es un árbol de más de 20 m. sobre todo en selvas altas, medianas y bosques caducifolios. Sobre suelos de origen ígneo y calizo. En altitudes desde 0 m a 1200 msnm.

Su distribución abarca desde el sur de Tamaulipas a Quintana Roo, por la vertiente del Golfo de México. Y de Sinaloa a Chiapas, por la vertiente del Pacífico.

USOS: Por las características de su madera que es suave, blanca amarillenta se le usa para chapa en centros y vistas de triplay, abatelenguas y palillos.

Lysiloma bahamensis Benth. (MIMOSACEAE) Tzalám. Es un árbol de más de 20 m. de alto. Ocupa áreas de selvas medianas sobre suelos de rendzinas de origen calizo. Es una especie pionera en áreas perturbadas. Se distribuye en el SE de Tabasco y N. de Chiapas así como en Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

USOS: Se usa como madera aserrada, como lambrín, duela, parquet, así como en vistas y centros de triplay. Su madera varía de color claro en la albura y café oscuro en el duramen por lo que la especie es muy atractiva.

Spondias mombin L. (ANACARDIACEAE) Jobo. Es un árbol de más de 20 m. de alto. Ocupa áreas tanto de selvas primarias como perturbadas; sobre todo de Selvas Altas, medianas y bajas caducifolias. Se distribuye desde el sur de Tamaulipas a Q. Roo. y de Sinaloa a Chiapas.

USO: Su madera es de color blanco amarillenta y a veces rosada, se usa como centros y vistas de triplay, palillos, abatelenguas y mangos de herramientas. Su fruto es apetecido por el hombre. También se utiliza como cercos vivos.

Cordia alliodora (Ruíz & Payson) Cham. Bojón  
Cordia dodecandra DC (BORAGINACEAE) Siricote. Cordia elaeagnoides DC. Bocote

Estas 3 especies se agruparon, sobre todo porque se presentan cierta similitud en su madera.

C. alliodora y C. dodecandra se traslapan en su distribución general, pero la primera ocupa áreas perturbadas de selvas altas y medianas, generalmente con buen drenaje en ambas vertientes del país. C. dodecandra en selvas medianas y bajas caducifolias y sobre suelos pesados e inundables.

C. elaeagnoides se traslapa su distribución con C. alliodora en la zona de la vertiente pacífica, ocupando ambas casi las mismas situaciones ecológicas. Las 3 especies llegan a alcanzar los 20 m o más de altura sobre todo C. alliodora.

USOS: Son de los más diversos, por su veteado variable de blanco en la albura a café y aún negro en el duramen. Se usan como mangos de herramientas, construcción rural. Y sobre todo en vistas de triplay, parquet, lambrín.

Las 3 especies se usan como ornato y de el siricote su fruto es usado para comer, crudo o en conservas.

Metopium brownei (Jacq.) Urban (ANACARDIACEAE) Cheechém. Es un árbol hasta de 25 m. de alto. Se les encuentra asociado a Selvas Medianas principalmente, también en Selvas Altas y Bajas caducifolias; preferentemente, en zonas de rocas de origen calizo. En los estados de Veracruz, Tabasco, norte de Chiapas y en la Península de Yucatán.

USOS: El árbol contiene una sustancia altamente tóxica para la piel de los humanos, que a menudo impide su aprovechamiento, pero es compensado por su hermoso veteado café oliváceo a café oscuro. Se usa como madera aserrada, vistas de triplay, parquet, lambrín y duela, principalmente.

Brosimum alicastrum Sw. (MORACEAE) Ox. Ramón. Es un árbol de más de 35 m de alto. Se distribuye ampliamente en Selvas Altas Perennifolias, Selvas medianas y bajas caducifolias. En los estados, desde el sur de Tamaulipas a Quintana Roo por la vertiente del Golfo de México. Y desde Sinaloa a Chiapas, con entradas a la Cuenca del Río Balsas, y la depresión Central de Chiapas.

USOS: Es una especie protegida sobre todo en en la Península de Yucatán por el forraje que se proporciona al ganado, tiene altos contenidos de proteínas, en otros lugares se usa la semilla para sustituir al café, se come hervida como castañas y del pericarpio para hacer jaleas. Su madera es muy blanca, se usa muy poco, pero se podría usar para triplay con acabados especiales.

#### RECOMENDACIONES

Creemos que para lograr la aplicación de una silvicultura adecuada que nos de herramientas para el manejo de la selva de las áreas tropicales es necesario contar con una serie de información previa como puede ser:

1° Un inventario exhaustivo de las especies vegetales de la región, se sabe que no hay enemigo pequeño, existen



especies de los cuáles se desconoce su uso, pero que potencialmente pudieran ser útiles en medicina, recursos genéticos, alimentos, condimenticias, ornato, etc.

- 2° Llevar a efecto los estudios ecológicos necesarios, incluyendo clima, suelos que tenga como resultado el conocimiento de las profundas interrelaciones de los ecosistemas y su medio.
- 3° Conocer otros fenómenos que se suceden entre una especie y su medio, es decir su autoecología que nos lleven a establecer su biología reproductiva, mecanismos y modos de dispersión, polinización, sexos, comportamiento en crecimiento, etc.

#### BIBLIOGRAFIA

- Chavelas P., J. 1982. Catálogo de nombres comunes de Plantas recogidos por la Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscóreas. Catálogo 8 INIF-SARH. México, D.F. 267 pp.
- Flores, M.G. et al 1971. Memoria y Mapa de Vegetación de la República Mexicana SRH. México 59 pp.
- Miranda, F. y Hernández X. 1963) Los tipos de Vegetación de México y su clasificación Bol. Soc. Bot. Mex. 28: 29-179.
- Pennington, T. y Sarukhán J. 1968. Árboles Tropicales de México. SAG-FAO. México, D.F.



Abstract--Although not explicitly recognized, the tree biomass regression functions have an error component due to the method by which the sample trees are selected and the method by which the sample tree data are analyzed and used. Because, in general, the tree selection is not made by simple random sampling, the standard least squares techniques of most statistical computer packages used in the calculation of the biomass regressions are not valid. The paper discusses the results obtained by a simulation process whereby (i) sample trees are selected by two-stage, stratified two-stage and two-phase two-stage sampling designs with equal or unequal probability of selection, (ii) biomass regression functions are calculated by the ordinary least and weighted least squares methods and methods that were modified to take the sampling method into account, and (iii) estimates of the average biomass per acre derived from the application of these regression functions are compared to the known true values. These results show, among other things, that (i) when the standard least or weighted least squares methods are used, the estimates of the average biomass are generally unbiased but their error is greatly underestimated and (ii) when the least and weighted least squares are suitably modified, the inferences about the average biomass and its error are essentially valid.

Abstracto--Aunque no es explicitamente reconocido, las funciones de regresión de la biomasa de árboles contienen un componente de error debido al método de seleccionar los árboles - muestras y el método de análisis y de uso de los datos. En general la selección de los árboles no se hace mediante muestreo al azar simple. En consecuencia, las técnicas estandarizadas de mínimos cuadrados de la mayoría de los programas estadísticos comerciales usados en la calculación de las regresiones de biomasa no son válidas. Este trabajo discute los resultados obtenidos con un proceso de simulación mediante el cual (i) los árboles muestras son seleccionados por diseños de muestreo en dos-etapas y dos-fases con probabilidades de selección iguales o no iguales, (ii) funciones de regresión de biomasa se calculan por los métodos de mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados ponderados y por métodos que se modificaron para tener en cuenta el método de muestreo usado, y (iii) estimaciones de la biomasa promedio por hectarea derivadas mediante la aplicación de estas funciones de regresión se comparan con los verdaderos valores conocidos. Estos resultados demuestran, entre otras cosas, que (i) cuando se usan métodos de mínimos cuadrados estandar o mínimos cuadrados ponderados, las estimaciones de la biomasa promedio generalmente no son viciadas pero su error es substancialmente subestimado y (ii) cuando los mínimos cuadrados y mínimos cuadrados ponderados son apropiadamente modificados, las inferencias acerca de la biomasa promedio y de su error son esencialmente válidas.

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics-International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987). The paper is based on a series of reports presented at a Biomass Workshop held May 26-30, 1986 in Syracuse, NY, the proceedings of which will be published by the USDA Forest Service Northeastern Forest Experiment Station, Broomall, PA under the title "Estimating tree biomass regressions and their error," H. E. Wharton and T. Cunia, Eds.  
<sup>2/</sup> Tiberius Cunia is Professor of Statistics and Operations Research, SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY.

## Introduction

Most sampling designs for forest inventory require samples of trees selected in two major phases. In the first phase, the trees of a relatively large sample are measured for diameter, species, etc. but not measured for biomass. The trees of the relatively small sample of the second phase, however, are measured for biomass, in addition to diameter, species, etc. A biomass regression function calculated from the tree data of the second phase is then applied to the trees of the first phase to calculate estimates (and their error) of average biomass per unit area and total biomass for various classes of trees. The sample design of each phase may be simple or complex, and when acceptably good biomass tables or regressions are already available, the second phase may be completely bypassed.

Because of the two-phase structure of the sampling design, the error of the biomass estimates has two major components; one component associated with each phase. The error of the second phase biomass regression is difficult to estimate and express in meaningful terms and the methodology of combining the two error components is largely unknown to forest mensurationists. Consequently, when the error of the forest biomass estimates is calculated, the effect of the error of the biomass regressions is usually ignored.

To evaluate the potential effect of the error of the biomass regressions on the total error of forest biomass estimates, a research program sponsored by the Department of Energy was undertaken at the SUNY College of Environmental Science and Forestry in Syracuse, NY. The main objective of the program was the development of (i) a sound and efficient methodology for the selection of sample trees that are representative of large (regional) forest areas, the biomass measurement of the sample trees, the analysis of the sample tree data and the calculation of biomass regressions and their error; and (ii) a methodology to apply the biomass regressions to the first phase sample data so that the error of the biomass regression functions is properly accounted for, when the reliability of the forest biomass estimates is evaluated. A second objective was that of testing the validity of the above procedures by simulation techniques.

To fulfill these objectives, we had to study the methodology of combining the error from the sample trees of the first phase with the error from the regression function of the second phase. This identified in explicit terms, the form in which the error of biomass regressions had to be expressed. We had also to study the methodology of estimating the biomass regression functions when (i) the sample trees are selected by methods other than simple random sampling, and (ii) the regression functions are estimated by statistical procedures other than the ordinary least squares. To study the validity of this methodology, we had to construct a large forest population that behaved, as much as possible, the way real world populations behave. Finally, using simulation techniques, we have repeatedly (i) selected

sample trees by a variety of sampling techniques, (ii) calculated biomass regression functions by a variety of estimation procedures, (iii) applied the biomass regressions to our tree population, and (iv) by comparing the biomass estimates with the known parameters we made inferences about the validity (bias, precision and estimated precision) of the procedures used.

## The Error of Forest Biomass Estimates

When the sampling design has the two-phase structure described above, the error of the forest biomass estimators can be calculated by the following procedure. Let

(1) the forest biomass parameter of interest  $\mu$  be expressed as the product of two vectors  $[\beta]$  and  $[\mu_z]$ , that is,

$$\mu = [\beta]'[\mu_z] = \beta_1\mu_1 + \beta_2\mu_2 + \dots + \beta_m\mu_m$$

(2) the sample of the first phase provide estimators  $[z]$  of  $[\mu_z]$  and  $[S_{zz}]$  of the covariance matrix  $[\sigma_{zz}]$  of  $[z]$ ,

(3) the sample of the second phase provide estimators  $[b]$  of  $[\beta]$  and  $[S_{bb}]$  of the covariance matrix  $[\sigma_{bb}]$  of  $[b]$ , and

(4) the estimators  $[z]$  and  $[b]$  be statistically independent.

Then, it can be shown that

(1) an estimator of  $\mu$  is given by

$$w = [b]'[z] = b_1z_1 + b_2z_2 + \dots + b_mz_m, \text{ and}$$

(2) an approximate estimator of the variance of  $w$ , say

$$\sigma_{ww} = [\beta]'[\sigma_{zz}][\beta] + [\mu_z]'[\sigma_{bb}][\mu_z] + \text{terms of a lower order of magnitude}$$

is given by the sample value

$$S_{ww} \approx [b]'[S_{zz}][b] + [z]'[S_{bb}][z]$$

(3)  $w$  is unbiased whenever  $[b]$  and  $[z]$  are both unbiased, and the bias of  $S_{ww}$  is of a lower order of magnitude whenever  $[S_{zz}]$  and  $[S_{bb}]$  are unbiased.

For example, if (i)  $y$  = tree biomass and  $d$  = tree diameter, (ii)  $\beta_1, \beta_2$ , and  $\beta_3$  are the coefficients of the population least squares parabolic regression of  $y$  on  $d$ , that is,

$$\begin{aligned}\hat{y} &= \beta_1 + \beta_2 d + \beta_3 d^2 \\ &= \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 = [\beta]'[x]\end{aligned}$$

where  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = d$  and  $x_3 = d^2$ , and (iii)  $\mu_1 = 1$ ,  $\mu_2$  = mean tree diameter and  $\mu_3$  = mean of the square of the tree diameter, then it can be shown that the mean biomass per tree  $\mu$  is identically equal to the product of  $[\beta]$  with  $[\mu_z] = E([x])$  = Expected value of  $[x]$ , that is,

$$\mu = [\beta]'[\mu_z] = \beta_1\mu_1 + \beta_2\mu_2 + \beta_3\mu_3$$



Assume now that (i) the sample of the first phase provides estimates  $z_1 = 1$  of the average of  $x_1 = 1$ ,  $z_2$  of the average value of  $x_2 = d$  (the average tree diameter  $\mu_2$ ) and  $z_3$  of the average value of  $x_3 = d^2$  (the average of the square of the tree diameter  $\mu_3$ ) as well as an estimate  $[S_{zz}]$  of the covariance matrix of  $[z]$ , and (ii) the statistically independent sample of the second phase provides estimate  $[b]$  of the vector  $[\beta]$  of the coefficients of the parabolic regression of  $y$  on  $d$  and estimate  $[S_{bb}]$  of the covariance matrix of  $[b]$ . Then,  $w = [b]'[z]$  is an estimate of the average biomass per tree and  $S_{ww} = [b]'[S_{zz}][b] + [z]'[S_{bb}][z]$  is an estimate of the variance of  $w$ . If an estimate of the average biomass per acre is required instead, then the variables of the first phase sample are defined as  $z_1 =$  estimator of the average number of trees per acre,  $z_2 =$  estimator of the sum of diameters ( $\Sigma d$ ) expressed on a per acre basis, and  $z_3 =$  estimator of the sum of squared diameters ( $\Sigma d^2$ ) expressed on a per acre basis.

Note that in the formula of  $S_{zz}$ , the first variance component  $[b]'[S_{zz}][b]$  can be interpreted as due to the error of the first phase and  $[z]'[S_{bb}][z]$  can be interpreted as due to the error of the second phase sample. When  $[\mu_z]$  is known without error, the case where all population trees are measured for their diameters, we have  $[S_{bb}] = [0]$  and the variance  $S_{ww} = [\mu_z]'[S_{zz}][\mu_z]$  contains only one source of error, that of the biomass regression. On the other hand, the error of the biomass regression may be unknown, negligibly small or may be simply ignored. Then  $[S_{bb}] = [0]$  and the variance of  $w$  becomes equal to  $S_{ww} = [b]'[S_{zz}][b]$ .

#### The Error Due to the Sample of the First Phase

As shown in the previous section, the error due to the sample of the first phase is expressed as the covariance matrix  $[S_{zz}]$  of  $[z]$ . This error is affected by (i) the definition of the parameter  $\mu$  to estimate, (ii) the sampling design by which the trees of the first phase are being selected, and (iii) the variables  $x_1, x_2, \dots, x_m$  of the biomass regression function.

In a series of papers published in a set of proceedings edited by Wharton and Cunia (1987), it is shown how to calculate the vector  $[z]$  and its covariance matrix  $[S_{zz}]$  when (i) the parameter  $\mu$  is successively defined as the current values of the average biomass per acre or average biomass per tree at a given point in time, or averages per acre of biomass growth components such as mortality, ingrowth, growth on survivor trees and net changes from one to another point in time, and (ii) the sampling design of the first phase changes from simple random or systematic sampling of clusters of trees (plots) to stratified, cluster, two-stage and double sampling with regression or for stratification designs. In all these formulae we assume that we are given the definition of the independent variables  $x_1, x_2, \dots, x_m$  and a biomass regression function  $\hat{y} = [b]'[x]$  for which an estimate  $[S_{bb}]$  of the covariance matrix of  $[b]$  is available.

The theory associated with the error due to the first phase sample is shown in the Wharton and Cunia (1987) proceedings.

#### The Error Due to the Biomass Regressions of the Second Phase

In the previous sections we have introduced a method to combine the error of the first with the error of the biomass regressions of the second phase. This approach requires that (i) the regression function of the tree biomass  $y$  on the vector of independent variables  $[x]$  be of the linear form  $\hat{y} = [\beta]'[x]$  and (ii) valid estimators  $[b]$  of  $[\beta]$  and  $[S_{bb}]$  of the covariance matrix of  $[b]$  be given.

The error of biomass regressions has several main components. Known as sampling error, the first component is due to the sample tree selection. The same selection method, applied on different occasions to the same population generates different sets of trees and, thus, different biomass regressions. The size of this error component is affected by the sampling design by which the trees are selected, the sample size and the inherent variation between the biomass of the trees of identical values  $[x]$ . The second component is known as measurement error. Once the sample trees are selected, their biomass must be determined either by direct measurement or by subsampling. Furthermore, the same tree measured on different occasions by the same or by different people yields different biomass values. This difference between the true conceptual value of the tree biomass and the value recorded as such is known as the measurement error. Its size is affected by the measurement and subsampling method, the subsample size and the inherent distribution of the biomass within the tree. The third component, the error of the statistical model used, is associated with the analysis of the sample tree data and the calculation of the biomass regression. Different statisticians working with the same sample data may arrive at different biomass regressions. In general, the statistical analysis should be consistent with the procedure by which the sample trees were selected and measured and the parameters one needs to estimate. In general, the model used for data analysis differs from the real world situation, and this difference is a source of error. Finally, the fourth source of error is the application of the biomass regression functions to the inventory of a specific forest area. Because the forests are dynamic and change with time, the biomass regressions are never applied to the original population. This error component may become extremely important whenever the biomass regressions are applied to a population that is very different from that for which they were estimated.

In our study we were only concerned with the sampling error and the error of the statistical model. We constructed a tree population that is similar, as much as possible to the type of populations we find in real life. The biomass of the population trees was assumed known, so that the measurement error was equal to zero. Using



simulation techniques we have selected 100 sets of samples by a variety of sampling procedures and for each selected sample, biomass regressions were calculated by a variety of estimation procedures. Each biomass regression was applied to our tree population to estimate the average biomass per acre. As the true average biomass per acre was known, we were able to make inferences about the bias, precision and estimated precision of every combination of sampling and estimation procedures. Because the regression functions were applied to the original population, the fourth error component associated with the application of the biomass regression is equal to zero. Also equal to zero is the error due to the first phase sample of the overall forest inventory design; the first phase "sample" is the entire tree population.

### Construction of the Forest Tree Population

The basic data used to construct our tree population consist of field measurements of diameter at breast height  $d$ , merchantable height  $h$ , species, forest type, site quality class, etc. performed on 22,753 trees contained in 927 one-fifth acre plots, selected by some random procedure from the New York State forest lands. The total height  $h$  and total above ground biomass  $y$  (green weight) was not measured in the field but generated for each population tree by a Monte Carlo procedure that imitated, as much as possible, what happens in the real world. The procedure is fully described elsewhere; here we shall only summarize the process by which a biomass value  $y$  was generated for each population tree. For more details, the interested reader should refer to Cunia and Michelakackis (1984) and Cunia et al. (1984).

The biomass of each individual tree was generated by a formula of the form  $y = \hat{y} + q$  where (i)  $y$  is the simulated tree biomass value, (ii)  $\hat{y}$  is the regression estimate of the conditional mean of biomass for given species, diameter  $d$ , total height  $h$  (previously generated by a similar Monte Carlo process), geographical region, site quality class and cluster (plot) and (iii)  $q$  is a random variable expressing the difference between actual tree biomass and the conditional mean biomass as estimated by a regression function. The regression function itself was estimated from sample tree data of many species collected from five states. The weighted least squares method was applied to a regression function of the linear form  $\hat{y} = b_1 + b_2 d^2 h$  under the assumption that, within each species and state, the conditional variance of  $y$  given  $d$  and  $h$  is proportional to the square of  $d^2 h$ . The regression functions were calculated separately by species and state and the effect of site quality class was estimated by regression with dummy variables techniques. To take the cluster effect into account, we have estimated the probability distribution of pairs of regression coefficients  $b_1$  and  $b_2$  calculated within individual sample clusters (plots) from their own tree data.

To estimate the probability distribution of  $q$ , we have assumed that  $q = ed^2 h \sqrt{S_{u|y}}$ , where (i)  $e$  is a standardized random variable with mean zero and variance one, (ii)  $S_{u|y}$  is the estimate of the conditional variance of the transformed variable  $u = y/d^2 h$  for given  $d$  and  $h$ , and (iii) the conditional standard deviation of  $y$  given  $d$  and  $h$  is estimated by  $d^2 h \sqrt{S_{u|y}}$ . The values of  $S_{u|y}$  were calculated separately by species and state and the probability distribution of  $e = q/d^2 h \sqrt{S_{u|y}}$  was estimated from the pooled data of all regressions. A graphical two-stage procedure was used to smooth out the irregular shape of the sample probability distribution of  $e$ .

To generate the biomass of a given tree, the Monte Carlo technique proceeded as follows. For the trees of a given plot, a set of regression coefficients  $b_1$  and  $b_2$  was generated for each species according to the bivariate probability distribution of  $b_1$  and  $b_2$ . Using the tree diameter, height, species and the geographical region and site quality class of each plot, the regression value  $\hat{y}$  was calculated by the corresponding regression function. Finally, a value  $q = ed^2 h \sqrt{S_{u|y}}$  was added to  $\hat{y}$  where (i)  $d$  and  $h$  are the given tree diameter and height, (ii)  $S_{u|y}$  is the stored value of the conditional standard deviation of  $u = y/d^2 h$  for given  $d$ ,  $h$ , species and geographical region, and (iii)  $e$  is a random variable with mean zero and variance one generated by the computer according to the probability distribution of  $e$  also stored in the computer.

### Sampling Procedures

It is customary to select trees in clusters (plots) not individually and in our simulated sampling process we have followed this procedure. We have selected plots by simple random, stratified or cluster sampling methods, and from within the sample plots we have selected sample trees with equal or unequal probabilities. For convenience the sampling method used can be classified in three major categories; the two-stage random sampling, the two-stage stratified sampling and the two-phase two-stage random sampling methods.

In the first stage of the two-stage random sampling design,  $m$  plots are selected (from the non-empty plots of our population) by simple random sampling without replacement. In the second stage, sample trees are selected (from the sample plots of the first stage) by one of seven subsampling procedures. In the first procedure, a fixed percentage  $p$  of trees is selected by simple random sampling without replacement. Because multiplying  $p$  by the number of trees in a sample plot results generally in a fractional number, the rounding-off to an integer number (the subsample size) was based on a Monte Carlo computer process. If instead of  $p$  a fixed number  $r$  of trees is selected, the subsampling methods 2 and 3 are obtained when the selection is done without or with replacement respectively. The last four subsampling methods are obtained by making the tree selection with replacement and

with probability proportional to a measure of tree size; proportional to tree height  $h$ , tree diameter  $d$ , tree basal area ( $d^2$ ), and approximate tree volume ( $d^2h$ ) respectively for methods 4, 5, 6, and 7. When the sampling is done with replacement, the same tree may be selected in the sample more than once. This presents a problem when the plot has very few trees and the fixed number  $r$  is very large. To improve the sample, a new biomass value was generated for every tree already in the sample that happens to be selected again. The procedure to generate the new biomass is identical to that used when the tree population was constructed.

The size of the sample is controlled by the size of  $m$ ,  $p$  or  $r$ . We have used the values  $m = 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30$ , and  $50$ , the values  $p = .05, .10, .15, .30, .40, .60$  and  $1.00$  and the values  $r = 1, 2, 5, 10, 15, 20$ , and  $30$ . To eliminate samples that were too small or too large, we have used only those combinations for which the expected sample size varied from 10 to 500.

Note that the only sampling method resulting in selection of trees with equal probability from the entire population is subsampling method 1. Selecting a fixed number  $r$  of trees from each randomly selected plot (as in subsampling methods 2 and 3) results in a larger probability of selection for the big trees; the big trees require more living space than the small trees and, thus, they have the tendency to be contained in plots with a small, rather than a large number of trees. For the same reason, selecting fixed number of trees with probability proportional to  $h$ ,  $d$ ,  $d^2$ , and  $d^2h$  results in tree selection with probability higher than  $h$ ,  $d$ ,  $d^2$ , and  $d^2h$  respectively.

To apply the two-stage stratified sampling, the tree population was first divided into three geographical regions (strata) and a two-stage random sample of the type above selected from each stratum separately. Because the difference between the geographical regions above was too small, we have constructed three additional populations so that, for each new population the difference between strata was much larger. This was accomplished by adding a quantity of the form  $(a + bd^2)$  to the biomass of each individual tree, where the constants  $a$  and  $b$  were stratum specific and  $d$  was the tree diameter. By combining samples of various sizes from various strata, we have obtained two-stage stratified samples of different sizes and allocations.

In the first phase of the two-phase two-stage random sampling design, the trees from a relatively small two-stage random sample are measured for biomass  $y$ , diameter  $d$ , and height  $h$ . All seven subsampling methods and values  $m$ ,  $p$ , and  $r$  mentioned above were used. The tree data of this sample are used to estimate the regression function of biomass on diameter and height, say  $\hat{y} = r_1(d, h)$ . In the second phase, a relatively large two-stage random sample of trees is selected and every tree is measured for diameter and height but not for biomass. Only the first subsampling method is

used, with  $p = .0293, .0586, .0879$ , and  $.1172$  and  $m = 50, 100, 150, 200, 300$ , and  $400$ . The value  $p$  was selected so as to yield, on the average, 1, 2, 3, and 4 sample trees per plot respectively. The second phase tree data are used to estimate the regression function of tree height  $h$  on tree diameter  $d$ , say  $\hat{h} = r_2(d)$ . The two regression functions are then combined to obtain a regression function of biomass on diameter alone, say  $\hat{y} = r(d)$ . To obtain a two-phase two-stage random sample, we have paired a sample of the first with a sample of the second phase from the same simulation run.

### Estimation of the Biomass Regression Functions

Consider first the two-stage random sampling method. For each of the 100 simulated samples generated for the same sample size ( $m$  and  $p$  or  $r$ ) and subsampling procedure, we have calculated thirty-two biomass regression functions, the combinations of four least squares estimation approaches and eight regression equations.

The first and the second estimation approach are those of the ordinary least (OLS) and ordinary weighted least squares (OWLS) method applied to the individual tree data; the fact that several sample trees may have been selected from the same cluster (plot) is ignored. For the OWLS case, the conditional variance of the tree biomass  $y$  is assumed proportional to  $d^4$  for the regression of  $y$  on diameter alone, or proportional to  $d^4h^2$  for the regression of  $y$  on diameter and height.

To take the cluster effect into account we have used the modified least (MLS) and modified weighted least squares (MWLS) methods which apply the weighted least squares technique to the plot not individual tree data. For example, if the tree variables are  $y, x_1, x_2, \dots$ , and if  $\Sigma$  denotes summation over the trees of the same plot, then the plot variables are  $\Sigma y, \Sigma x_1, \Sigma x_2, \dots$ . In the MLS approach it is assumed that the conditional variance of  $\Sigma y$  is proportional to the number of sample trees in the plot, while in the MWLS approach, the conditional variance is assumed to be proportional to  $\Sigma d^4$ , if only  $d$  is used in the regression, or  $\Sigma d^4h^2$  if both  $d$  and  $h$  are used. The basic justification and methodology of MLS and MWLS is given by Cunia (1981).

For each estimation approach we have used eight regression equations, the first three of biomass on diameter alone, the remaining five on diameter and height. The equations are all linear and they contain terms of the form  $d, d^2, h, dh$ , and  $d^2h$ . The significance of some of these terms was sometimes tested statistically.

For the two-stage stratified sampling we have used the conclusions reached from the analyses of the eight regression equations applied to the two-stage random sampling method above. We have selected the best equations of biomass on diameter alone ( $\hat{y} = \beta_1 + \beta_2 d + \beta_3 d^2$ ) and the best equation of biomass on diameter and height ( $\hat{y} = \beta_1 + \beta_2 d^2 h$ ). To this last regression we have added a term  $\ln$



$d^2$  to take into account the effect of the method by which the additional three populations were constructed and, thus, obtain a new regression equation ( $\hat{y} = \beta_1 + \beta_2 d^2 + \beta_3 d^2 h$ ). The same four estimation approaches (OLS, OWLS, MLS and MWLS) were also used. Finally, we have defined nine procedures to take (or not to take) into account the stratification effect, when the regression functions were calculated. These procedures range from one single regression function calculated for all strata with the stratification effect completely ignored, to three, separately and independently calculated regressions, one for each stratum. The procedures are not described here; for more details the reader is referred to Arabatzis and Cunia (1987). Consequently, the total number of regression functions calculated for each sample is equal to 72, the product of two regression equations by four estimation approaches and by nine procedures that take stratification into account.

With the two-phase two-stage random sampling method the estimation procedure is more complex. Twenty regression functions were calculated for each first phase sample, the combination of four least squares estimation approaches (OLS, OWLS, MLS and MWLS) and five regression equations of the form  $\hat{y} = r_1(d, h) = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots$  when  $x_1 = 1$  and the other variables  $x$  are defined in terms of diameter  $d$  and height  $h$  ( $d$ ,  $d^2$ ,  $h$ ,  $dh$ , and  $d^2 h$ ). Because the conditional variance of tree height on diameter is approximately homogeneous, only two least squares estimation approaches (OLS and MLS) were used with the samples of the second phase. These are combined with four linear regression equations of height on diameter of the form  $\hat{h} = r_2(d) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots$  where  $x_1 = 1$  and the other variables  $x$  are of the form  $d$  and  $d^2$ . There is a total of eight regression functions for each second phase sample.

To combine a regression function  $\hat{y} = r_1(d, h)$  of the first phase with a regression function  $\hat{h} = r_2(d)$  of the second phase, so as to obtain a regression function  $\hat{y} = r(d)$  or biomass on diameter alone, we have used the method described by Cunia and Michelakackis (1983). This method defines  $\hat{y} = r(d)$  as

$$\hat{y} = r_1(d, \hat{h}) = b_1 + b_2 d + b_3 d^2 + b_4 d^3 + b_5 d^4$$

where the regression coefficients  $b_1, b_2, \dots, b_5$  are functions of the coefficients  $a$  and  $c$  of  $r_1(d, h)$  and  $r_2(d)$  above. Because some of the values  $a$  and  $c$  may be zero, some of the coefficients  $b$  may also be zero. This method defines also a procedure to estimate the covariance matrix of  $b_1, b_2, \dots, b_5$  as a function of the values  $a$  and  $c$  and their covariance matrices.

To calculate the 160 regression functions (combinations of twenty from the first with eight of the second phase) for each two-phase two-stage sample would have been prohibitively expensive in terms of computer time and analysis effort. Instead, we have selected the four best regressions of the first phase (one for each of OLS, OWLS, MLS, and MWLS approaches) and the two best regressions of the second phase (one for OLS and one for MLS). Pairing the OLS regression of the

the second with the OLS and OWLS regressions of the first phase and, similarly, the MLS of the second with the MLS and MWLS regressions of the first phase resulted in four regressions of the form  $\hat{y} = r(d)$  for each two-phase two-stage sample, one for each of OLS, OWLS, MLS, and MWLS approaches.

### Analysis Procedure

The objective of the sampling is to obtain an estimate  $w$  of the mean biomass per acre  $\mu$  of our tree population, a value which is obviously known. However, by analyzing the probability behavior of  $w$ , we can make inferences about the bias, precision and estimated precision of a given estimation procedure applied to a given sampling method for a given sample size. Recall that,

$$w = [b]'[\mu_z] = b_1 \mu_1 + b_2 \mu_2 + \dots + b_m \mu_m$$

$$\text{and } S_{ww} = [\mu_z]'[S_{bb}][\mu_z]$$

= estimator of the true but unknown variance  $\sigma_{ww}$  of  $w$

where  $\mu_1$  = mean number of trees/acre

and  $\mu_i$  = mean (sum of  $x_i$ )/acre

for  $i = 2, 3, \dots, m$

For example, if  $x_2 = d$ , then  $\mu_2$  = mean of "sum of tree diameters" per acre = sum of all tree diameters in the entire forest divided by the total forest area.

For each simulated sample and each regression estimation procedure, we have calculated (i) the pair of random variables  $w$  and  $S_{ww}$ , (ii) the pair of confidence intervals ( $w \pm t/\sqrt{S_{ww}}$ ), where  $t = 2.0$  for the 95 percent and  $t = 2.6$  for the 99 percent confidence level and (iii) the pair of trinomially distributed random variables denoting whether the confidence intervals fell below, over or above the mean  $\mu$ . The 100 simulation runs giving rise to the 100 samples may be viewed as 100 repetitions of a random experiment, each experiment generating two random variables ( $w$  and  $S_{ww}$ ), two random intervals and two trinomially distributed random variables for every regression function. For all practical purposes, these 100 repetitions may be viewed as statistically independent, and we may also assume that from one to the next simulation run, the probability distribution of the random variables and intervals remains the same.

To analyze the probability behavior of  $w$ , we have calculated, for each set of 100 simulated samples of each combination of sampling method and regression model used, the following statistics, where  $\Sigma$  stands for summation over the sample values from 1 to 100.

$$\bar{w} = \text{average of the 100 sample values } w$$

$$= \Sigma w / 100 = \text{estimator of } \mu$$

$$(\bar{w} - \mu) = \text{estimator of the bias of } w$$

$$S_{ww} = \text{average of the 100 sample values } w$$

$$= \Sigma S_{ww} / 100$$

$$= \text{estimator of the variance } \sigma_{ww} \text{ of } w$$

$$\text{under the assumptions of the regression model}$$

$$V_{ww} = \Sigma (w - \bar{w})^2 / 99$$

$$= \text{estimator of the variance } \sigma_{ww} \text{ of } w \text{ with}$$

$$\text{no assumptions made other than those of}$$



the statistical independence of the 100 simulation runs and no change in the probability distribution of  $w$  from one to the next run

$$t = (\bar{w} - \mu) / \sqrt{V_{ww}} / 100$$

= sample value of  $t$  that is used to test the null hypothesis that the bias of  $w$  is equal to zero

$$\bar{S}_{ww} / V_{ww} = \text{ratio of the two estimates of the variance of } w,$$

and finally, the number of times  $\mu$  is found to be below, within, or above the 95 and 99 percent confidence intervals defined above.

Note that under the assumptions of (i) statistical independence of the various simulation runs, and (ii) unchanging probability distribution of  $w$  from one to the next run, the statistics  $\bar{w}$  and  $V_{ww}$  are unbiased estimators of the unknown mean  $\mu_w$  and variance  $\sigma_w^2$  of the random variable  $w$ . As  $w$  is used as an estimator of the mean biomass per acre  $\mu$ , the statistic  $(\bar{w} - \mu)$  can be used as an estimator of the true bias of  $w$ , say  $(\mu_w - \mu)$ . The null hypothesis that this bias is equal to zero can be tested by the  $t$ -statistic with 99 degrees of freedom. When  $(\mu_w - \mu)$  is small, the statistic  $V_{ww}$  can be used as a measure of the efficiency of the sampling method and estimation procedure.

Note also that in real life only the estimator  $S_{ww}$  of the variance of  $w$  is available. This estimator is valid, however, only when the basic assumptions of the regression model are strictly satisfied by the tree population we sample and the tree selection procedure we use. As these assumptions are seldom if ever satisfied, we can make inferences about the goodness of  $S_{ww}$  as an estimator of the variance  $\sigma_w^2$  of  $w$ , by comparing the average  $\bar{S}_{ww}$  of the 100 sample values  $S_{ww}$  with the unbiased estimator  $V_{ww}$ . This comparison can be made by means of the sample differences  $(S_{ww} - V_{ww})$ , the average difference  $(\bar{S}_{ww} - V_{ww})$  or the sample ratio  $\bar{S}_{ww} / V_{ww}$ . We have preferred using the ratio.

To do this analysis, we have constructed hundreds of detailed and summary tables and graphs showing how  $(\bar{w} - \mu)$ ,  $V_{ww}$ ,  $\bar{S}_{ww}$ ,  $\bar{S}_{ww} / V_{ww}$ , etc. vary with the characteristics of the sampling method and estimation procedure. The detailed analysis and the conclusions reached as the result of this analysis are contained in a set of theses and papers by Gillespie (1985), Arabatzis (1986), Michelakackis and Cunia (1987), Arabatzis and Cunia (1987) and Gillespie and Cunia (1987). A summary of these conclusions is given in the next section.

## Main Conclusions

Consider first the case of the bias of  $w$  for the two-stage random sampling, the basic sampling method used in our study. When the regression equation is suitably selected, the bias of  $w$  is generally small, even when it is significantly different from zero. One regression equation that generates a large bias is  $\hat{y} = \beta d^2 h$ ; an equation that should normally be avoided. The bias does

not seem to be affected by (i) the sample size (number of plots or number of sample trees per plot), (ii) the selection of a fixed percentage  $p$  or a fixed number  $r$  of trees per plot, (iii) whether the sampling is done with or without replacement, or (iv) the least squares estimation approach (OLS, OWLS, MLS, MWLS) or regression equation if properly selected. It seems, however, that the bias may be somewhat affected by the probability of tree selection when the plots are subsampled; it seems to increase from small, non-significantly different from zero when the subsampling is done with equal probability (methods 1, 2, and 3) to slightly larger values when the subsampling is done with probability proportional to  $h$  and  $d$  (methods 4 and 5) and the bias becomes significantly different from zero when the probability is proportional to basal area (method 6) or approximate tree volume (method 7).

With the two-stage stratified sampling the bias of  $w$  is greatly affected by the procedure by which the stratification effect is taken into account, when the biomass regression function is estimated. Only three out of the nine procedures proved unbiased; the one which requires that the biomass regression functions be calculated and applied separately and independently by stratum and two other procedures based on an average biomass regression of the form

$$\hat{y} = r(d) = w_1 r_1(d) + w_2 r_2(d) + \dots$$

where  $r_i(d)$  is the regression of stratum  $i$  (calculated by regression with dummy variables techniques) and  $w_i$  is the weight of  $r_i(d)$  calculated to be proportional to the total number of trees in stratum  $i$ .

When the two-stage random sampling of each phase is unbiased so is the two-phase two-stage random sampling method. This shows that the basic procedure used to combine the regressions  $\hat{y} = r_1(d, h)$  and  $\hat{h} = r_2(d)$  to obtain the regression  $\hat{y} = r(d)$  is not biased.

As expected, the precision of  $w$  as measured by  $V_{ww}$  is affected by (i) the overall sample size; the larger the sample the smaller the error, (ii) the number of trees per plot for given overall sample size; the smaller the number of trees per plot (and, thus, the larger the number  $m$  of sample plots) the smaller the error, (iii) the least squares estimation approach; the weighted least squares methods are slightly better than the least squares approaches and, similarly, the ordinary least and weighted least squares are also slightly better than the corresponding modified approaches, and finally, (iv) the regression functions of biomass on  $d$  and  $h$  are much better than those on diameter alone.

The fact that the least squares is almost as good as the weighted least squares approach came as a surprise; we did not expect the least squares method to be that robust. Also as a surprise came the fact that no increase in precision is obtained when the probability of selection moves from equal to proportional to a measure of tree size. On the contrary, for the least squares method (OLS

and MLS) the precision seems to decrease dramatically as we move from equal to probability proportional to  $d$  (or  $h$ ), to basal area ( $d^2$ ) and finally to approximate volume  $d^2h$ .

Not completely unexpected, the precision of  $w$  does not seem to be affected by (i) sampling with or without replacement, (ii) selection of a fixed number  $r$  or a fixed percentage  $p$  of trees from a sample plot, and (iii) the form of the regression function when this form is not poorly selected (as for example the form  $\hat{y} = \beta d^2h$ ) or when the independent variables are not the same (when both  $d$  and  $h$  are used we have, as expected, a much better estimator than when only  $d$  is used).

The precision of  $w$  can also be estimated by  $S_{ww}$ . As expected, the precision is grossly overestimated (error grossly underestimated) by the ordinary least and weighted least squares regressions based on the individual tree, not on the plot data. This overestimation of precision increases with the size of the subsample; the larger the number of trees selected from the same plot, the greater the overestimation. On the other hand, there seems to be a slight underestimation of the precision (overestimation of the error) when the modified least or weighted least squares methods are used. It is possible, however, that this underestimation is due to the fact that with large samples the effect of the finite population correction factor (for the sample plots that may go as high as 5 percent) has been ignored.

The conclusions above hold true for the population as constructed here. We feel that our population resembles real world tree populations. The relationship between diameter and height as it appears in real world sample plots is preserved because we have worked with real world plots. The relationship between diameter, height, and biomass was, on the other hand, generated by the computer; but this relationship is expected to imitate very closely what happens in real life. Finally, the cluster effect we have added to our population may not be equal in size but it is definitely similar in structure to what we expect in the real world.

#### Acknowledgements

This paper is based on research funded by the Research Foundation of the State University of New York, the United States Department of Agriculture Forest Service and the Department of Energy, Grant No. 23-524.

#### Literature Cited

1. Arabatzis, A. A. Evaluating the error of tree biomass regressions by simulation: sample trees selected by stratified cluster sampling. M.Sc. Thesis. SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY; 1986. 480 p.
2. Arabatzis, A. A.; Cunia, T. Error of biomass regressions: sample trees selected by stratified sampling. In: Wharton, H. E.; Cunia, T. eds. Estimating tree biomass regressions and their errors. Proceedings of a workshop held May 26-30, 1986 in Syracuse, NY. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Broomall, PA; 1987 (In press).
3. Cunia, T. Cluster sampling and the biomass tables construction. In: Interdivisional Proceedings, XVII IUFRO World Congress, September 6-12, 1981, Kyoto, Japan; 1981. 13 p.
4. Cunia, T.; Michelakackis, J. A method to construct a forest biomass population model. In: Bell, J. F.; Atterbury, T. eds. Renewable resource inventories for monitoring changes and trends. Proceedings of an International conference, August 15-19, 1983, Corvallis, Oregon. College of Forestry, Oregon State University, Corvallis, OR; 1984. 5 p.
5. Cunia, T.; Michelakackis, J.; Sanghoon Lee. Generating total tree heights by a Monte Carlo technique. In: Daniels, R. F.; Dunham, P. H. eds. Proceedings of the 1983 Southern biomass workshop. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, NC; 1984. 9 p.
6. Gillespie, A. J. R. Estimation of biomass tables by cluster sampling: a simulation study. M.Sc. Thesis. SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY; 1985. 302 p.
7. Gillespie, A. J. R.; Cunia, T. Estimation of tree biomass tables by cluster sampling: results of a simulation study. In: Wharton, H. E.; Cunia, T. eds. Estimating tree biomass regressions and their errors. Proceedings of a workshop held May 26-30, 1986 in Syracuse, NY. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Broomall, PA; 1987 (In press).
8. Wharton, H. E.; Cunia, T. eds. Estimating tree biomass regressions and their errors. Proceedings of a workshop held May 26-30, 1986 in Syracuse, NY. USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Broomall, PA; 1987 (In press).



Resumen: Se analizan los patrones espaciales y temporales de la aparición de claros, producidos por la caída de árboles (disturbio natural), en los bosques lluviosos neotropicales (selvas húmedas). Tales patrones son considerados para analizar el posible papel del disturbio sobre la estructura y diversidad de las selvas húmedas. Se detectaron dos tipos de patrones: (i) predecibles, relacionados con la frecuencia de formación de claros de diferente tamaño y la aparición de los mismos a una escala intra-anual, y (ii) impredecibles, relacionados con la aparición de claros en el espacio y en una escala supra-anual. Ambos patrones tienen implicaciones diferentes sobre los mecanismos de estructuración de estas selvas, promoviendo la coexistencia de especies bajo un "juego de lotería".

Abstract. Tropical rain forests are affected by predictable and unpredictable treefall regimes. These regimes are analyzed in order to explore the possible role played by treefall disturbances on the diversity and structure mechanisms of these communities. Predictable treefall regimes seem to be an important ecological factor in the evolution of a reduced number of guilds of ecologically similar tree species. The unpredictable regimes seem to promote the coexistence of a large number of species through a random lottery process in the gap-phase regeneration of species.

### Introducción.

En la mayoría de los bosques húmedos tropicales, un análisis estructural de la comunidad arbórea -- da como resultado general la presencia de un alto número de especies, la mayoría de ellas representadas por densidades poblacionales extremadamente bajas. Por ejemplo, una hectárea de bosque en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, contiene alrededor de 120 especies arbóreas (DAP  $\geq$  1 cm), más del 50% de ellas con densidades medias de menos de 1 ind./ha (Bongers et al., 1987; Martínez-Ramos et al., en prep.). Tal situación no es exclusiva, al menos en lo que se refiere a la riqueza de especies, de los árboles (o plantas vasculares en general). Tanto animales vertebrados como insectos, están representados por un número mucho mayor de especies que en las zonas extratropicales del planeta. Plantas y animales conforman en estos bosques ecosistemas estructuralmente complejos, los cuales tienen como características distintivas una alta diversidad biológica y una aparente "benigna estabilidad" ambiental.

De hecho tal aparente estabilidad o equipo ha motivado a muchos ecólogos para pensar que bajo la ausencia de factores físicos que restrinjan el crecimiento y/o reproducción de las especies, durante alguna época del año, las interacciones biológicas (ej. competencia, depredación y relaciones simbióticas) ha sido el motor principal del mantenimiento y/o generación de la alta diversidad en los trópicos (Hutchinson, 1959; Ashton -- 1969; Janzen, 1970; Connell, 1971). Esta visión es la de un mundo donde los organismos nacen, crecen y se reproducen en un medio esencialmente incambiable.

Tal criterio de estabilidad es relativa a los climas extremos encontrados en áreas extratropicales, o aún dentro de las áreas secas tropicales. Sin embargo, dentro de los trópicos húmedos (con más de 2,000 mm de precipitación anual) -- existen regiones con marcada estacionalidad y variación interanual en el régimen de lluvia, presencia irregular de vientos ciclónicos o aún de temperaturas bajas (Dietrich, et. al 1982; Estrada et al, 1985). Además de estas variaciones, el bosque lluvioso se ve sometido a un proceso de alteración sostenida y recurrente de su estructura por la caída natural de árboles. Tal alteración varía en intensidad desde pequeños disturbios, provocados por la caída de ramas o árboles individuales, hasta fuertes perturbaciones o catástrofes provocadas por terremotos o tormentas ciclónicas que

1/ Trabajo presentado en el Congreso Internacional "Evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional en las zonas tropicales"

2/ Miguel Martínez-Ramos, Técnico Académico en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Ver. -- Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.



derrumban grandes extensiones de selva (Brokaw, 1985; Martínez-Ramos 1985).

El proceso de disturbio natural promueve una dinámica activa de regeneración de las especies, y esta es una propiedad general de los bosques en los trópicos húmedos (Whitmore, 1975, 1978; Hartshorn, 1978; Oldeman, 1978 Brokaw, 1985; Martínez Ramos, 1986). Bajo tal dinámica, surge un panorama en el que las interacciones de las especies ocurre bajo un escenario ambiental que cambia de lugar en lugar y de tiempo en tiempo. Bajo este ambiente cambiante, el papel jugado por las interacciones bióticas en la estructuración, y en particular en el mantenimiento de diversidad, puede tener una posición diferente al señalado teóricamente para ambientes estables. ¿Qué consecuencias tienen las variaciones ambientales producidos por el disturbio natural sobre la conducta y estructuración de los organismos de los bosques lluviosos?. ¿Cual es la relación de la compleja matriz de relaciones bióticas con la variabilidad ambiental en promover diversidad?.

En este trabajo analizaré el posible papel jugado por el disturbio natural (alteraciones de la estructura de pequeña intensidad) sobre la estructura de las comunidades arbóreas de los bosques húmedos tropicales, teniendo en mente dos alternativas: (1) el disturbio tiene un pequeño papel si sus patrones espacio temporales son "predecibles"; en tal caso las interacciones planta-planta y planta-animal son relevantes como mecanismos de diversidad, como ha sido postulado por varios autores (p.ej. Janzen, 1970; Connell, 1971; (2) puede ser un elemento estructurador importante si el disturbio se presenta como una "variable aleatoria" del ambiente. Un patrón predecible se define por eventos repetitivos en magnitud, frecuencia o duración, son patrones consistentes de sitio a sitio (p. ej. de selva a selva) o de tiempo en tiempo (p. ej. año con año). Una variable aleatoria cambia en estas escalas con alto grado incertidumbre. En el desarrollo del trabajo, en primer lugar usaré datos que hemos obtenido en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas" (ver detalles de la localidad en Estrada et al., 1985), ubicada en el estado de Veracruz, México, y en otras selvas lluviosas centroamericanas, para describir y analizar los regimenes de caída de árboles que ocurren en los bosques húmedos neotropicales. Posteriormente, en la sección de discusión abordaré las preguntas planteadas.

#### Patrones espaciales y temporales de caída de árboles en selvas lluviosas.

Formación de aperturas en el dosel y su impacto microambiental.

La mayoría de los árboles (del dosel alto, tanto seniles como jóvenes) de los bosques lluviosos tropicales caen como producto de sobrecargas de peso (acumulado por agua, epífitas, bejucos), falta de cohesión del suelo y empujados por vientos severos o debilitados por el ataque de plagas y/o herbívoros (Whitmore, 1975; Brokaw,

1982, 1985; Putz y Milton, 1982; Putz, et al., 1983; Martínez-Ramos, 1985; Murray, 1986). La caída de árboles produce claros en el dosel (Brokaw, 1982a) y a través de ellos modificaciones en el microambiente interno (Denslow, 1980). En general, en los claros aumenta la disponibilidad de luz, hasta en un 60% de la radiación total por arriba del dosel en los más grandes (ca. 400 m<sup>2</sup>) (Chazdon y Fetcher, 1984) y, posiblemente, se produce un influjo de nutrientes en aquellos producidos por la caída de árboles completos (Whitmore, 1975; Orians, 1983; Martínez-Ramos, 1985; Vitusek, 1985), pero no existen datos al respecto. Tales pulsos de energía y materiales estimulan el crecimiento y/o sobrevivencia de plantulas y juveniles de la mayoría de las especies arbóreas (Hartshorn, 1978, 1980; Brokaw, 1985b; Bazzaz, 1984; Dirzo, 1984). En especies de estratos bajos, los claros aumentan el potencial reproductivo (Martínez-Ramos, 1985).

El tamaño de los claros y su consecuente impacto microambiental varían con el tipo de caída (si es única o involucra a varios árboles), la forma de la caída (si cae todo el árbol, o es roto en algún punto por encima de los contrafuertes, o bien si éste muere en pie cayendo de manera fraccionada), la fisionomía del árbol que cae (p.ej. de copa estrecha o ancha) y la estructura de la vegetación circundante e interna al claro. Considerando estas variables, las posibilidades combinatorias de producir claros y escenarios microambientales diferentes son muy numerosas y parecen variar de selva a selva. Por ejemplo, mientras en Los Tuxtlas y Barro Colorado la caída de árboles ocurre principalmente por la ruptura del tronco por encima de 2 m del suelo (Putz, et al., 1983; Martínez-Ramos, et al., Ms), en bosques húmedos de Costa Rica la mayoría de los árboles caen emergiendo sus raíces (A. Brandanii, G. Orians y H. Hartshorn, datos no publ.).

En las selvas húmedas de México y Centroamérica los claros pequeños menores de 100 m<sup>2</sup>, producidos por la caída de ramas, se forman con mucha más frecuencia que claros mayores a este tamaño, provocados por la caída de árboles completos (Fig. 1). Este es un patrón consistente entre sitios (aún entre hectáreas de un mismo bosque) así como entre años (Martínez-Ramos et al., Ms). La suma total de área abierta a claros por año representa, para varias selvas, alrededor del 0.2 al 4% de la superficie del dosel (tabla 1), pero como veremos después este valor tiene un amplio margen de variación temporal y espacial, aún dentro de un mismo bosque.

Distribución espacial de los claros.

Una hectárea de selva húmeda recibe en promedio la apertura de 1 a 3 claros por año. Tal situación implica que para realizar un análisis de producción y distribución de claros es necesario monitorear áreas considerablemente grandes. Un análisis de este tipo se está desarrollando en una parcela de 50 ha de bosque en la isla de Barro Colorado, Panamá (Hubbel y Foster, 1983, 1986b). Tal método es aplicable en áreas pla-

nas, sin impedimentos al traslado rápido del recopilador de datos, e involucra un equipo numeroso de gentes para su realización. En Los Tuxtlas desarrollamos una técnica alternativa para estudiar el régimen de formación de claros usando un indicador biológico de eventos de disturbio natural por caída de árboles.

Este indicador de disturbio esta constituido por los troncos de la palma del estrato bajo *Astrocaryum mexicanum* Liebm., con los cuales se pueden registrar de una manera precisa eventos pasados de disturbios formadores de claros, con edades entre 0 y 100 años (Sarukhan et al., 1985; Martínez Ramos et al., Ms) y de 25 m<sup>2</sup> en adelante en magnitud. Estas palmas tienen una longevidad mayor a los 130 años y presentan densidades medias de 1,000 individuos reproductivos (altura del tallo entre 1 a 7 m) por hectárea. Poseen tallos fuertes y flexibles, con raíces firmemente ancladas y con un solo meristemo de crecimiento en

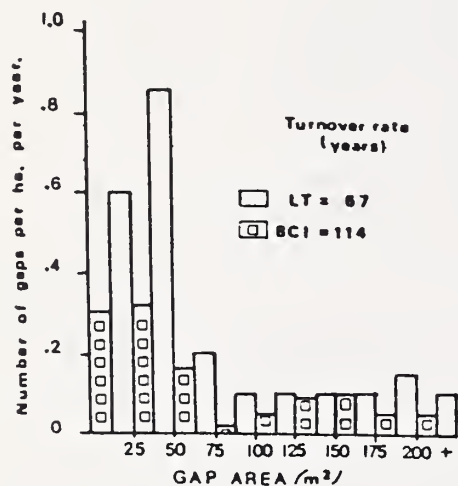


Fig. 1. Distribución de frecuencias de claros por categorías de tamaño de apertura en el dosel en dos selvas húmedas neotropicales: Los Tuxtlas, México (de Martínez-Ramos y Alvarez Buylla, 1986) y Barro Colorado, Panama (de Brokaw, 1982).

el apice. Si el meristemo no es dañado al ser inclinada una palma por la caída de un tronco, este es capaz de reanudar el crecimiento vertical dejando en el proceso un codo o doblez permanente en el tallo. El tallo se elonga a una velocidad media de  $4.8 \pm 0.8$  (d.s) cm por año, de manera que la distancia entre doblez y el punto en el que se inserta la hoja más vieja de la copa es un estimador del número de años que han pasado desde que la palma fué doblada.

Tabla 1. Producción de área en claros en diferentes selvas húmedas del mundo.

LOCALIDAD (FUENTE)	% AREAS EN CLAROS.	1 T.R. (AÑOS)
FINCA LA SELVA Costa Rica (Hartshorn, 1978)	0.7-1.3	54-120
MONTEVERDE Costa Rica (Murray, 1986)	1.5	67
BARRO COLORADO Panama (Brokaw, 1982)	1.1-1.2	112-159
LOS TUXTLAS México (este trabajo)	1.1-4.2	24-144
SAN CARLOS Venezuela (Uhl y Murphy, 1983)	0.63	160
COSTA DE MARFIL Africa (Bonis, 19802)	0.2-1.3	75-476

1 = tasa de renovación del dosel: tiempo medio -- transcurrido entre la formación de dos claros en un mismo punto.

2 = en Torquebiau (1981)

Estos indicadores mueren a una tasa anual de 2.3% (Martínez-Ramos, et. al., Ms).

Usando este indicador de perturbación se reconstruyó la historia de disturbio de una transecto de 5 ha (100 X 500 m). La Fig. 2 ilustra el mosaico de edades de disturbio obtenido al reticular la parcela en cuadros de 25 m<sup>2</sup> (el área promedio de un claro por palma doblada), las cuales fueron fechadas con la edad de disturbio más reciente según las palmas dobladas presentes en ellos.

Esta imagen muestra de manera interesante que: (1) el proceso de disturbio de esta selva ocurre a una escala espacial sorprendentemente pequeña -- (25 m<sup>2</sup>), y (2) con un patrón muy heterogeneo. El bosque posee un dosel que no es estático, sufre rupturas de manera incesante. El crecimiento tanto vertical como horizontal de los árboles cierran esas rupturas, promoviendo un activo recambio de la vegetación.

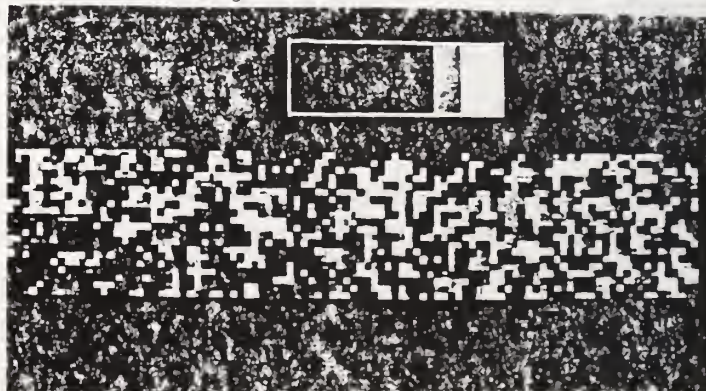




Fig. 2. Una porción de 2500 m<sup>2</sup> (50 X 50 m) del sitio de 5 ha en Los Tuxtlas, Ver., México. Cada cuadro de 5 X 5 m. la edad del último disturbio ocurrido en ese punto del bosque. La escala de la derecha representa diferentes categorías de edad en años.

Un análisis de la frecuencia de claros con 0, 1, 2, 3, ..., n eventos de disturbio diferentes, mostró que la probabilidad de ocurrencia de un claro en un sitio dado de la comunidad es función de la escala espacial usada. Por ejemplo, dentro de una hectárea esta probabilidad no difiere de aquella esperada por el azar (Martínez-Ramos y Alvarez-Buylla, 1986), mientras que a nivel de la parcela de 5 ha los sitios que ha sufrido un disturbio reciente tienen una mayor probabilidad que la esperada por el azar de recibir otro disturbio (Martínez-Ramos et al., Ms). Esto se debe a que existen fuertes diferencias en la tasa de disturbio entre las hectáreas. Algunas hectáreas, expuestas al borde de la selva, muestran tasas rápidas de renovación del dosel de solo 24 años y otras, en las partes más internas, tienen tasas de renovación siete veces más lentas (Sarukhan et al., 1986). El análisis de una escala mayor que una hectárea muestra un segundo nivel en el patrón espacial de formación de los claros en el que podrían ser generadores importantes factores tales como: (i) efectos de borde, (ii) efectos de pendiente, (iii) efectos de composición florística, (iv) efectos de senilidad de los árboles y (v) efecto del daño aglutinado de herbívoros sobre algunos árboles (Hubbell y Foster, 1986b).

Patrones de aparición de claros en el tiempo.

En Barro Colorado Panama la tasa mensual de caída de árboles y ramas sigue estrechamente el patrón de precipitación mensual y las variaciones intermensuales en el grado de humedad del suelo (Brokaw, 1982b). El pico de caída de árboles se alcanza durante los meses de mayor precipitación y menor cohesión del suelo. Este patrón se repitió durante los tres años que duró este estudio. En otras selvas neotropicales ocurre un patrón similar, jugando el patrón de vientos un papel también importante (A. Brandanii, G. Orians y H. Hartshorn, datos no publ.; Martínez-Ramos, 1985; 1986). Dentro de un año parece ocurrir, entonces, un patrón predecible de formación de claros coincidente con el régimen anual de lluvias (y vientos) de cada localidad.

En un estudio de Barro Colorado, Brokaw (1982) encontró que la tasa anual de caída de árboles varió durante los tres años de una manera semejante a la precipitación total anual. En Los Tuxtlas, un análisis de frecuencia de las palmas dobladas, categorizadas por clases de 1 año en las edades de disturbio, hace posible seguir las fluctuaciones en las tasas anuales de caída de árboles durante un periodo de 70 años (Martínez-Ramos et al., Ms). La Fig. 3 ilustra estos cambios para los últimos 11 años, antes de 1982, así como la variación de la precipitación anual de lluvia en la Estación Los Tuxtlas (unicos datos disponibles de precipitación). Un análisis de regresión mos-

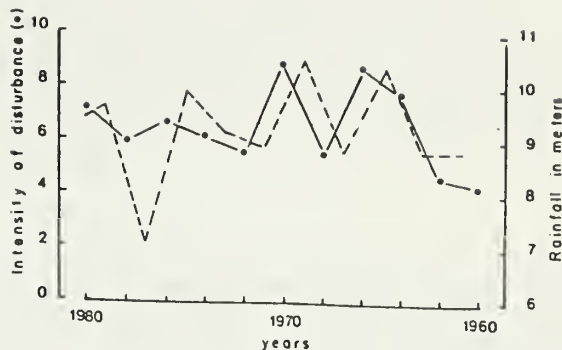


Fig. 3. Correlación entre la tasa de disturbio anual y la precipitación total anual en la selva de Los Tuxtlas, Ver., México.  $r^2 = 0.41$ ;  $n=11$ .

tro que la lluvia explica más del 50% de la variación en el régimen anual de caída de árboles (Martínez-Ramos et al., Ms).

Al aplicar un análisis de autocorrelación ("time series" en Roughgarden, 1975) al patrón interanual observado, para explorar su posible predecibilidad, se encontró que las tasa de disturbio

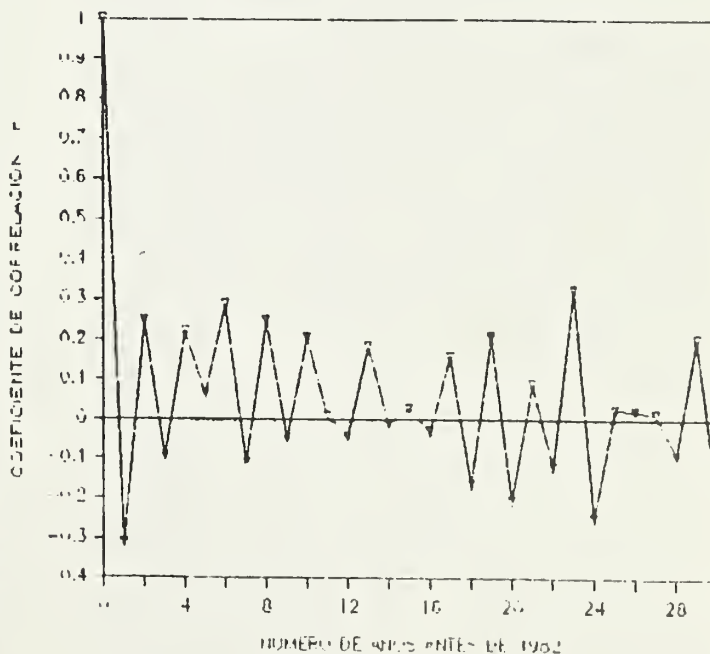




Fig. 4. Valores del coeficiente de correlación  $(r)$  resultantes del análisis de autoregresión -- (Roughgarden, 1975) aplicado a los valores de la tasa de disturbio anual estimada para el periodo 1952-1982. Los valores de 4 no son significativos a  $p < 0.05$ .

varían sin un patrón definido o predecible (Fig. 4). Si este es el caso para otras selvas es aún desconocido, pero la irregularidad de las lluvias a largo plazo y la presencia de eventos de perturbación (como huracanes o ciclones) impredecibles podrían hacer sospechar que este patrón se presenta en la mayoría los bosques húmedos tropicales.

## Discusión.

Un ambiente cambiante puede aún estar en equilibrio si los componentes del cambio son consistentemente repetitivos (Leigh, 1982). Del análisis realizado podemos distinguir dos tipos de patrones en los regímenes de disturbio que operan en las selvas húmedas: (i) aquellos invariables, -- predecibles, correspondiendo al patrón de formación de claros de diferente tamaño (Fig. 1) y al patrón de producción de claros a una escala de tiempo intra-anual, y (ii) aquellos variables, -- impredecibles, correspondiendo a la aparición de claros en el espacio (Fig. 2) y al patrón de aparición de claros a una escala supra-anual (Fig. 3).

Patrones predecibles en el espacio y la regeneración de las especies.

Considerando la baja frecuencia de formación de -- claros, tanto en escalas de tiempo como de espacio, así como el hecho de que la mayoría de las especies llevan a cabo su regeneración en los -- claros, es de esperarse que se promueva competencia por la colonización de claros. Denslow (1980) postuló que bajo un régimen de apertura de claros dado, las especies arbóreas han evolucionado bajo competencia interespecífica por la colonización de claros, dando por resultado: (i) la especialización de las especies a regenerarse en un tamaño dado, y (ii) la evolución preponderante de especies que explotan los tamaños de claros -- más frecuentes. Así se podría predecir que en las selvas húmedas, con una preponderancia mucho mayor de claros chicos ( $100 \text{ m}^2$ ), las especies arbóreas más comunes son aquellas adaptadas a la explotación de los claros pequeños y que cada especie tenga características (p.ej. morfológicas o fisiológicas) que la favorezcan para colonizar exitosamente claros específicos. En un sentido general, la evidencia empírica sostiene la existencia de al menos dos grandes tipos de especies que se regeneran en claros de distinto tamaño -- (Martínez-Ramos, 1985): (i) pioneras ("especialistas" de claros grandes  $100 \text{ m}^2$ ), especies heliofilas de corto periodo de vida, reproducción precoz y rápido crecimiento, y (ii) persistentes ("especialistas" de claros pequeños), especies de lento crecimiento, largos periodos de vida, -- reproducción tardía, muchas de ellas produciendo plántulas y juveniles que sobreviven bajo condiciones limitantes de luz. Además hay cierta evidencia de que las especies pioneras, para las --

cuales la dependencia de claros es estricta y un recurso limitante en mayor grado que para las -- persistentes, obtienen su dominancia mayor en -- claros de distinto tamaño (Brokaw, 1985) o aún -- dentro de zonas diferentes dentro de un mismo -- claro (Núñez Farfán, 1985).

Sin embargo, no hay evidencia de que cada una de las 100 o más especies arbóreas de una selva húmeda tenga acoplada su regeneración a claros de un tamaño específico (Hubbell y Foster, 1986). De hecho este no es un resultado esperable en -- una comunidad donde una especie no interactúa con otra de manera intensa y constante a través del tiempo. Teóricamente, la competencia interespecífica puede conducir a la diferenciación de "nichos" o desplazamiento de caracteres, cuando dos o más especies interactúan de manera sostenida y estrecha (de generación en generación) por un recurso limitado. En su estudio de 50 ha en BC Panamá, Hubbell y Foster (1985) encontraron que en promedio un árbol de una especie dada tiene como vecinos a árboles que pertenecen a 15 especies -- diferentes. Además, tales especies vecinas difieren de árbol a árbol o aún con el desarrollo ontogénico del árbol individual. Tal situación sugiere la existencia de una competencia débil, -- "diluida", más que una intensa. La evolución -- bajo esta interacción diluida puede promover la aparición de características generalistas que capacitan a las especies a la interacción en una -- matriz de especies vecinas impredecible que cambia en el espacio y en el tiempo (Hubbell y Foster, 1986).

Tales observaciones concuerdan con la separación de las especies en pocos gremios ecológicos (p.ej. pioneras y persistentes). El hecho de que la mayoría de las especies (> 80% de la flora arbórea) en las selvas húmedas son de hábitos persistentes apoya la hipótesis de competencia diluida ya que la mayoría pueden regenerarse bajo el espectro total de tamaños de claros (Brokaw, 1985); en este sentido son generalistas. Para la mayoría de las especies, que presentan hábitos pioneros, es posible que la baja disponibilidad de -- claros grandes promueva una fuerte interacción -- competitiva que de como resultado mayor grado de especificidad en las condiciones de regeneración de las especies. Con las observaciones anteriores podemos concluir que el patrón de producción de claros de diferentes tamaños parece no promover la elevada diversidad de las selvas.

Patrones predecibles en el tiempo y la producción de propagulos.

En varias selvas húmedas neotropicales, la producción de semillas y su dispersión tiene un patrón fuertemente estacional a nivel de toda la comunidad (Carabias y Guevara, 1985; Ibarra-Manríquez, 1985; Brokaw, 1986). En Barro Colorado Panamá, el pico de fructificación se presenta antes de pico de mayor probabilidad de caída de -- árboles, implicando un ajuste en la germinación de las plántulas de las especies cuando las posibilidades de ser afectadas por un claro es mayor (Brokaw, 1986). Este acoplamiento, a nivel de la comunidad, expresa nuevamente una conducta común,

no divergente, entre las especies, en este caso a un patrón predecible de apertura temporal de claros. Si tal conducta es parte de las características generalistas esperables según la hipótesis de la competencia diluida requiere de evaluaciones más profundas a las que se pueden dar aquí. No obstante, podemos notar que si bien entre las especies existen fuertes diferencias en sus programas de fructificación, la mayoría (persistentes) fructifican en periodos supra-anales de una manera irregular, y la presencia de años semilleros no es un evento raro (Janzen, 1978; Carabias y Guevera, 1985; Wheelwright, 1986).

Patrones impredecibles y la variabilidad biológica de la vegetación.

La aparición de claros en el espacio y las tasas de disturbio en periodos supra-anales tienen un alto grado de incertidumbre. Tal situación conduce a un "juego de lotería", en el que las situaciones (claros) favorables a la regeneración de las especies tienen una probabilidad de ocurrencia determinada por el azar. Dado que la mayoría de las especies presentan fructificación supra-anual irregular, este juego de lotería cobra un papel preponderante para las posibilidades de regeneración de cada especie (Leight, 1982).

Para todas las especies arbóreas en las que se han desarrollado estudios demográficos se ha detectado que la mayor mortalidad en el ciclo de vida ocurre durante las fases de semilla y plántula, provocada básicamente por depredación, patógenos y daños físicos (Cordoba, 1985). Así el potencial de regeneración de una especie queda condicionado, además del juego de lotería arriba señalado, por el nivel de pérdidas numéricas causado por estos factores de mortalidad. La matriz heterógena e impredecible del ambiente, causada por la aparición de claros en el espacio y a largo plazo, parece sobreponerse entonces sobre una compleja matriz biótica que regula el establecimiento de las especies en los claros.

Llegamos ahora al punto de la pregunta central - que consecuencias tiene el régimen de disturbio natural sobre la estructura de las selvas húmedas?. A nivel de la comunidad el disturbio ha promovido la aparición de pocos gremios de especies con ecologías claramente contrastantes; estos parecen haberse originado como producto de la acción de competencia interespecífica diluida llevándose a cabo bajo un patrón predecible en la producción de claros de diferentes tamaños. Esta observación es extendible a bosques templados, donde se han detectado gremios y patrones de formación de claros similares (Runkle, 1985). Los patrones impredecibles del disturbio promueven la coexistencia de las especies por medio de un juego de lotería en el que el hueco dejado por un árbol es ocupado por otro "elegido de manera aleatoria del conjunto de especies que compone a la comunidad (Hubbell, 1979). A largo plazo, estos procesos promueven un mosaico fino de variación ambiental y biológica, donde las especies se regeneran en pulsos u ondas de reclutamiento (Martínez-Ramos y Alvarez-Buylla, 1986);

la distribución espacial de estos pulsos marcan el historial de distribución de la comunidad.

Una selva húmeda es un mosaico de fases de regeneración en activo cambio, en el que los regímenes de disturbio son un factor ecológico importante en el mantenimiento de la diversidad. Al parecer, la explicación a la elevada diversidad de las selvas no recae sobre un solo factor ---- (Leight, 1983), pero la información presentada en este, y otros trabajos (Hubbell y Foster, 1986), sugieren que el papel del azar, promovido por el disturbio puede ser importante dentro de estos procesos.

#### Agradecimientos.

Este trabajo fué desarrollado gracias a la ayuda de E. Alvarez-Buylla, A. Lopez y J. Nuñez-Farfan. El Dr. J. Sarukhan a motivado de manera entusiasta y permanente la realización de estudio gracias al subsidio de su proyecto "Estudio de la regulación poblacional de especies arbóreas tropicales" apoyado por el Dpto. de Ecología, Las Estación Los Tuxtlas, ambos del Instituto de Biología (UNAM) y el Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología de México.



BASIC DATA NEEDS FOR DEVELOPMENT  
OF GROWTH MODELS FOR TROPICAL FORESTS<sup>1/</sup>

Carl W. Mize<sup>2/</sup>

---

Abstract--The individual tree, spatial independent (ITSI) growth model appears to be the best growth and yield model for tropical forests. Development of the model requires data from permanent plots. Development of an ITSI model should be approached as a long term project, starting with some simplistic characteristics and becoming more elaborate (and hopefully precise) as additional data becomes available.

Resumen--El modelo de crecimiento espacial independiente para cada árbol (IEPCA) parece ser el mejor modelo de crecimiento y rendimiento para los bosques tropicales. El desarrollo del modelo EIPCA requiere de datos que provengan de parcelas permanentes por lo tanto este proyecto debe plantearse a largo plazo, empezando en suposiciones simples y convirtiéndose mas adelante en aquellas más complejas (y con suerte más precisas) cuando más información haya desponible.

---

Since the mid 1960's there has been considerable research on growth and yield models. As a result, a number of distinctly different types of models have been developed. Some models perform best for plantations, others for natural stands. Some models produce information on individual trees and others yield whole stand information. Tropical forests are usually multi-aged and composed of a large number of species, and growth information on individual trees or, at most, individual species is usually needed for management planning. Of the growth and yield models that have been developed, the individual tree growth model appears to be the best for tropical forests.

There are two types of individual tree models: spatial dependent and spatial independent. The spatial dependent model requires very detailed information to develop and use and cannot be run with ordinary inventory data. It would not be very useful in tropical forests. The spatial independent model, which requires less data than the spatial dependent model and uses ordinary inventory data to estimate forest growth, is appropriate for tropical forests. One of the most comprehensive individual tree, spatial independent (ITSI) models is the STEMS model (1), which has been applied to a variety of mixed species forests in the United States.

The ITSI model can be run on fixed area or prism plot data. The model estimates the annual DBH growth and probability of mortality of each tree on each plot for as many years as desired, but usually not more than 20 or 30 because the accuracy of prediction decreases with increasing time. At the end of the projection period, the estimated DBH of each tree and the number of trees per hectare that it represents, adjusted by the probability of its mortality, are used to estimate characteristics, such as volume and basal area per hectare, of the forest in the future. For example, a 10 cm tree in a 0.2 ha plot is estimated by a model to have a diameter of 15 cm and a 10% chance of mortality in 10 years. The initial basal area per hectare that the tree represents is  $.0078 \text{ m}^2/\text{tree} \times 5 \text{ trees/ha} = 0.039 \text{ m}^2$ . The basal area per hectare that the tree is estimated to represent in 10 years is  $0.018 \text{ m}^2/\text{tree} \times 5(1-.1) \text{ trees/ha} = 0.081 \text{ m}^2$ . The 1-.1 is an adjustment for mortality that indicates 10% of the trees that the tree represents will probably die, which leaves  $5 \times (1-.1) = 4.5 \text{ trees per hectare}$ .

The ITSI model estimates tree growth as a function of individual tree characteristics, site quality, density, and management practices. To estimate the effect of management practices, such as thinning, on forest growth requires a well developed model and data on managed stands as a starting point. As such models and data do not exist for tropical forests, simulation of management practices will not be considered. Individual tree characteristics, such as species, DBH, and crown size, is the most important factor of the remaining three in estimating individual tree growth. Density is the second most important factor, and site quality is probably the least important.

---

<sup>1/</sup>Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> Carl W. Mize is Associate Professor of Forest Biometrics, Iowa State University, Ames, IA.



To develop an ITSI model, data on (1) the DBH growth and mortality of individual trees on fixed area plots (prism plots are acceptable but ingrowth creates complications and dense undergrowth makes prism use difficult) and (2) the quality of the site are needed. The data need to be collected by establishing permanent plots, which will be remeasured at 3 to 5 year intervals. For fast growing forests, 3 years is adequate. For slow growing forests, 5 years or more is appropriate. For each tree on a plot, the species, DBH, and some measure of the crown (class or length if measurable) must be recorded. See the paper by Michael Phillip in this publication for detailed information on permanent plot establishment.

It is impossible to say exactly how many plots are needed to develop a growth model (no matter how many data there are, modelers ALWAYS want more). But, a guideline would be to have at least 200 trees for each species considered to be important. Unfortunately, with only 200 trees of each important species, there will be very little data to estimate the probability of mortality of these species because if even 5% of the trees died between measurement periods that would only be 10 trees, which is far from enough to develop equations to predict mortality.

Mortality is difficult to estimate in all growth models, particularly individual tree models. In the early phases of model development, it might be best to estimate an annual probability of mortality for a species, based on the permanent plots and knowledge of the species' silvical characteristics. This simple probability can be applied to all trees in the species until additional data from more plots can be obtained.

In temperate forests, site quality is usually incorporated into DBH growth estimation equations through the use of site index in a variety of mathematical forms. In tropical forests, however, site index can not, at least at present, be estimated. Presently, the easiest way to incorporate site quality into an ITSE model for tropical forests might be through the use of site classes. The site classes can be based on soil and/or topographic conditions with 5, or so, classes that are expected to be different in productivity, such as the Mayan soil classification used in the Yucatan peninsula. During the model development phase, a DBH growth model can be developed using individual tree characteristics and stand density as independent variables, but not the site classes. After developing a model, the residuals or the ratios of each residual to its associated DBH growth can be examined to see how they vary among the site classes. If the residuals or ratios vary significantly among the classes, additive or multiplicative coefficients can be developed for the site classes. Eventually, a better expression of site quality will be developed, but in the beginning stages this should be acceptable.

The permanent plots should be located in forests that cover the range of forest conditions (site quality, age, and density) and areas to which the model will be applied. Plots should be established over a number of years, not all in the same year. By establishing plots over a number of years the growth measured on each plot will represent different climatic periods. For example, if all plots were established in one year and that year was followed by 5 years of low or high rainfall, all of the plots would represent growth under that climatic regime. Also, the permanent plots should receive no special attention. Their growth should be representative of the forest's growth, so they should be treated just like the forest in which they are located.

After permanent plots have been remeasured, model development begins. DBH growth is usually estimated by very elaborate regression equations, which probably need to be developed by specialists with access to sophisticated computer programs. Most agencies will need to contact specialists in individual tree modeling to help in the actual model development.

Agencies that are interested in developing growth models for tropical forests should look upon it as a long term (20 years or more) project. But, after permanent plots have been remeasured, model development can be begun. Early models will not be very precise, but they will give some indication of growth rates and can be used to identify data needed to improve the model.

#### Literature Cited.

1. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. A generalized forest growth projection system applied to the Lakes States region. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Gen. Tech. Rep. NC-49. North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minn. 1979. 96 p.

Patricia Negreros Castillo.<sup>2</sup>

Resumen.—Desde épocas prehispánicas el estado de Quintana Roo ha fincado su riqueza en los productos extraídos del bosque tropical. El sistema de "explotación", selectivo ha empobrecido el bosque en las especies más valiosas. Para conservar este recurso es necesario manejarlo adecuadamente con bases científicas, y lograr una producción constante y continua de todos los bienes y servicios del bosque. El trabajo se refiere al análisis de las necesidades de información para definir y aplicar los tratamientos silviculturales que nos permitan alcanzar ese objetivo.

Abstract.— Since prehispanic ages the economy of Quintana Roo has depended of the products from the tropical forest. The selective harvest system used through many years, has produced a forest with a very low proportion of commercially valuable species. It is very important to find the scientific management of forest resources for continuous production. The present paper is referred to the information needs in Quintana Roo to define and apply the silvicultural treatments to allow us get our objectives of continuous production.

## INTRODUCCION

La selva ha sido el recurso principal sobre el cual el estado de Quintana Roo ha fincado su riqueza desde épocas prehispánicas, Chicle, hojas de guano, pimienta, animales de caza, plantas medicinales, plantas ornamentales, leña y sobre todo maderas preciosas como cedro, caoba, palo de tinto (Cedrela odorata, Swietenia macrophylla King, Haematoxylum campechianum), una enorme riqueza en la medida de la gran diversidad orgánica del ecosistema. Sin embargo se ha hecho literalmente una explotación selectiva y extensiva de la misma; la configuración económica regional lo comprueba (Escobar 1981). La selva originalmente ocupaba casi la totalidad de la superficie del estado, hoy representa solamente el 32.8 % (1,677,933 Ha), debido principalmente al avance de la frontera agrícola y pecuaria. Por otro lado la selva existente en la actualidad, como resultado de la explotación selectiva, es una selva con bajo valor económico, ya que las especies de interés comercial están prácticamente ausentes; en el mejor de los casos es posible encontrar de 2 a 3 árboles cortables de caoba por hectárea (3 m<sup>3</sup>) (Negreros et

al 1986). Otro efecto del sistema de extracción, es la baja o nula presencia de renuevos, ya que son muy pocos ó ninguno los árboles que permanecen en el terreno, y los que se extraen, se cortan antes de que suelten la semilla, aunado a esto, las condiciones microambientales no son adecuadas para el desarrollo de las nuevas plántulas. El resultado de todo esto es una baja densidad de individuos de especies deseadas que no proporciona mucho estímulo para intensificar el manejo de los bosques tropicales.

No obstante que los bosques en general y los bosques tropicales en particular tienen valores adicionales muy importante como los de conservación con propósitos escénicos, para la recreación de los habitantes cercanos y a veces lejanos a éstas áreas, (como es un caso típico el estado de Quintana Roo), protector del suelo, alimento y habitat para la vida silvestre, madera para leña, fuente de una gran diversidad de plantas medicinales, ornamentales, etc; ninguno de éstos valores es fácilmente ponderable en términos económicos, solamente lo es la producción de madera, y en tales circunstancias la carencia de un alto valor económico, ha puesto y pone en peligro la permanencia del recurso, que con la idea de hacerlo "producir más" tiende a ser desplazado y substituido por actividades agrícolas o pecuarias, aunque los ejemplos de este cambio en las zonas tropicales hayan sido hasta ahora prácticamente un desastre ecológico (Ewell 1980).

1/Trabajo presentado en la conferencia internacional sobre evaluación de tierras y recursos para la planeación Nacional en las Zonas Tropicales. (Chetumal. Quintana Roo. México.

2/Responsable del Proyecto de Manejo de Selvas. C.E.F. "San Felipe Bacalar". INIFAP-SARH Ap. 182 77000 Chetumal, Q.Roo. México.



Si pretendemos conservar los bosques tropicales de Quintana Roo éstos deben ser aprovechados y manejados adecuadamente, a través de la programación de los tratamientos silviculturales que permitan dirigir la masa hacia las metas deseadas, lo cual requiere de información que ubicaríamos en tres niveles de complejidad relacionados uno con el otro.

A) INFORMACION BASICA, B) INFORMACION PREVIA A LA APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS SILVICULTURALES (INVENTARIOS) C) INFORMACION PARA MANEJO U ORDENACION.

A).- Información Básica.- Las necesidades de información básica comprenden el estudio de procesos básicos como la biología de la reproducción o regeneración natural y el crecimiento (incremento) de los árboles forestales, especialmente los de interés comercial, tanto en forma individual como en conjunto (rodales), bajo condiciones naturales y de experimentación. Dentro de la Biología de la reproducción será muy importante estudiar la capacidad de los bosques tropicales de regenerarse a sí mismos a través de la sucesión secundaria (Vbvi--des 1980). La caída de ramas o árboles provoca da por procesos naturales como: tormentas, rayos, fuego, muerte, etc., producen claros o "ventanas". La dinámica de estas perturbaciones, comprende una inmensa cantidad y diversidad de respuestas fisiológicas y adaptaciones morfológicas, que han evolucionado en las plantas como respuesta a los fuertes gradientes de humedad, temperatura, nutrientes, y principalmente luz.

Otro proceso fundamental que habrá que estudiar en el nivel de información básica, es la relación planta-animal, la cual abarca una serie de complejos procesos que en última instancia, son determinantes de diversas características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento entre ambos interactuantes; entre estas interacciones están: La polinización, frugivoría, causante de la dispersión y transporte de propágulos, desde el árbol progenitor hasta los sitios potencialmente colonizables, la depredación de semillas, herbivoría, etc, (Dirzo et al 1985).

En cuanto al crecimiento éste es sin lugar a dudas, una de las más fundamentales y conspicuas características de los organismos vivos. Fisiológicamente puede ser considerado como la síntesis de protoplasma acompañado de un cambio permanente en forma y un incremento en masa del organismo en crecimiento. En silvicultura el crecimiento es un fenómeno de suma importancia desde el momento en que sirve para determinar la cantidad de madera que la silvicultura o silvicultor puede razonablemente cortar

y el intervalo de tiempo requerido para que los rodales y/o las especies alcancen su tamaño comercial. (Nowobshi 1982). Por lo cual es necesario determinar el ritmo de crecimiento con una precisión bastante buena como para que sea utilizada como dato para la planeación de la administración del bosque.

Los procesos de regeneración y crecimiento deberán ser estudiados en formaciones de vegetación madura y secundaria, sobre todo en ésta última que es la más típica de encontrar en la región de Quintana Roo.

B).- Información previa a la aplicación de los tratamientos Silviculturales (inventario).

Este aspecto se refiere a la determinación de las características de la vegetación que se pretende o desea manejar, tradicionalmente esta información se obtiene a través de los inventarios, los cuales deben ser diseñados de tal forma que indiquen claramente los atributos propios de la vegetación, como las estructuras, disponibilidad de las diferentes especies y la dinámica de la misma. Será necesario definir el tamaño de muestra adecuado, el diseño del lote de muestreo, las mediciones de campo, y el análisis de los datos. Las mediciones de campo sin duda incluirán, diámetro, altura, identificación taxonómica de todos los árboles (colección de ejemplares botánicos cuando la identificación sea dudosa), altura de las plántulas desde una mínima hasta un diámetro máximo, previamente especificado, suelo, clima, etc. Con esta información será posible conocer las características actuales de la vegetación, en cuanto a su composición, distribución diamétrica, representatividad de las especies de interés en el estrato de plántulas (potencial regenerativo), y el valor económico actual. Toda esta información en conjunto permitirá definir los cambios que necesite sufrir la masa para obtener a futuro una con características deseables. Es decir se definirán los tratamientos silviculturales necesarios para dirigir la masa hacia los objetivos establecidos por los poseedores del recurso. Como material de apoyo muy importante están las fotografías aéreas, cuya aplicación, sin embargo, es escasa debido principalmente a la heterogeneidad del bosque, que es un mosaico con manchones en diferentes etapas de desarrollo como resultado de la antrópica y dispersa producción de perturbaciones.

C).- Información para manejo u ordenación.

La información sobre la biología de la reproducción y el incremento de los árboles tropicales, así como la información sobre las caracte



rísticas de la vegetación previa a ser intervenida, debe estar combinada con los experimentos silvícolas, que conjuguen los dos niveles, sobre todo tomando en cuenta que la intervención directa del silvicultor en la masa, se lleva a cabo precisamente al aplicar o dirigir las cortas intermedias o de cosecha (tratamientos silviculturales) y que el efecto de éstas definirán las características del bosque en el futuro y consecuentemente su valor económico. En este sentido habrá también que hacer estudios sobre la utilización de modelos para analizar y pronosticar el comportamiento del bosque tropical bajo suposiciones alternativas de administración. La selección de las zonas de experimentación deberán reunir ciertos requisitos dentro de los más importantes está la presencia de las especies de interés, porque son las especies que se piensa favorecer al aplicar los tratamientos silviculturales.

En la zona centro del estado de Quintana Roo iniciamos el año pasado un experimento silvícola, cuyo objetivo es el de analizar el efecto de cuatro intensidades de corta o remoción de árboles, en una selva mediana subperennifolia. El experimento se realizó en esta zona porque la vegetación del lugar corresponde a la más característica del estado de Quintana Roo, y aunque en baja proporción es posible encontrar las especies de mayor interés comercial.

En este estudio se conjuntaron los niveles de información A y B. Para establecer el experimento se utilizaron cinco lotes de 50 x 100 m (Media hectárea). En cada lote se levantó información referente a especie, altura y diámetro y ubicación espacial de todos los árboles con un diámetro mayor de 7.6 cm, cada lote se dividió en secciones de 10 x 10 m y en el centro de cada uno de estos sublotes se midieron 2m<sup>2</sup> de plántulas desde 10 cm hasta un diámetro menor de 7.6 cm. Con estos datos obtuvimos una idea clara de las características de la vegetación en cuanto a su estructura y potencial regenerativo en relación al banco de plántulas. Los tratamientos silviculturales seleccionados fueron los de remoción de árboles para permitir mayor entrada de luz ya que las especies de interés estaban prácticamente ausentes en el banco de plántulas por falta de la misma. Las intensidades de remoción se midieron usando como parámetro el área basal y fueron del 70, 50 y 25 %, un lote se trazó dentro del área de extracción comercial, en donde la remoción fué del 15%, con la particularidad de encontrarse localizada en un solo punto del lote, ya que la extracción comercial se hizo sobre una sola especie. El lote número cinco permaneció

sin tratamiento como testigo. Los árboles removidos fueron preferentemente los de especies con poco valor comercial, con el propósito de aumentar las probabilidades de regeneración de los árboles de especies valiosas que se dejaron en pie, persiguiendo a futuro aumentar el valor comercial del bosque.

El efecto de las intensidades de remoción se evaluarán cuantificando el crecimiento de los árboles residuales y analizando cuantitativa y cualitativamente la regeneración que se establezca, diferenciando entre aquellas producidas por semillas provenientes de los árboles, y las producidas por la semilla almacenada en el suelo, así como la originada por rebrote. El experimento se seguirá por lo menos durante veinticinco años, realizándose evaluaciones cada dos años, principalmente de la regeneración, la cual será analizada para determinar la tendencia de la misma, en términos de especies establecidas, densidad, mortalidad, crecimiento, etc. Para obtener resultados más representativos, sobre el efecto de las remociones en la selva mediana subperennifolia, el experimento se establecerá en diferentes puntos del estado.

## CONCLUSIONES

Resumido todo lo anteriormente expuesto podemos decir que las necesidades de información para la aplicación exitosa de los tratamientos silviculturales está incluida en los tres siguientes niveles:

A).- Información Básica. Mecanismos de regeneración natural, y estrategias de crecimiento e incremento, de las especies de interés, en las diversas etapas sucesionales y en la selva madura.

B).- Información Previa (Inventario). Características de la selva que se pretende manejar, a través de inventarios adecuados a las características de los bosques tropicales.

C).- Información para manejo.- Esta etapa corresponde a la parte experimental en la que ha de conjuntarse la información de los niveles A y B. En esta etapa se puede pensar también en el uso de modelos para analizar el comportamiento del bosque tropical bajo suposiciones alternativas de manejo.

Toda la información necesaria deberá ser obtenida a través de estudios serios y sin limitaciones de tiempo o de otro tipo, para obtener las respuestas que afanosamente demanda el país y en particular el estado de Quintana Roo, en busca del mejor camino para utilizar sus recursos forestales, para bien de nosotros

y de las futuras generaciones, y sobre todo -  
que todos los aquí reunidos contribuyamos ver-  
daderamente con nuestro esfuerzo para lograrlo.

#### LITERATURA CITADA

- DIRZO, R. M, MARTINEZ (1985). Las interroga-  
tes de Darwin, en Veracruz. Información  
Científica y Tecnológica. Vol. 7 -  
No. 106.
- ESCOBAR N.A. (1981) Geografía General del Esta-  
do de Quintana Roo. Fondo de fomento  
editorial del Gobierno del Estado de  
Quintana Roo. México. 140 p.
- EWELL, P.T, POLEMAN (1980) Uxpanapa, reacomodo  
y desarrollo Agrícola en el trópico Me-  
xicano. Instituto Nacional de Investiga-  
ciones sobre recursos bióticos.  
Xalapa. Ver. México. 282 p.
- NEGREROS, C.P. J.C. ESCOTO (1986) Característi-  
cas de la Vegetación del ejido de X-Ha-  
zil. Inédito. Campo Experimental Fores-  
tal "San Felipe Bacalar". Quintana Roo.  
México.
- NWOBOSHI, L. (1982) Tropical Silviculture.  
Ibadan University Press. 333 p.
- VOVIDES, A. A, GOMEZ-POMPA (1980). The problem  
of threatend and enangered plant species  
of México. The Nw York Botanical Garden.  
10 p.

LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES DEL TROPICO:  
UN RENOVADO CONCEPTO DE LA ECOLOGIA EN MEXICO

CELSE ENRIQUEZ POY

---

La inminente destrucción de los bosques tropicales y la desaparición de especies tanto de flora como de fauna silvestres, exige una profunda reflexión por parte de los gobiernos y de la comunidad científica internacional, con el objeto de alcanzar la comprensión coherente y voluntaria de toda la sociedad, acerca de la importancia que reviste la conservación y aprovechamiento tecnificado de los recursos naturales del planeta. Asimismo, se señalan algunas particularidades acerca de los esfuerzos que se están emprendiendo en México hacia esa finalidad, y se reitera la necesidad de implantar, con urgencia, medidas tendientes a obtener una más estrecha vinculación entre la investigación multidisciplinaria y los planes de manejo y uso del suelo en los países tropicales.

Imminent destruction of the tropical forests and the vanishing of wild flora and fauna species, demand a deep thought from the governments and the international scientific community, so the society reach voluntary comprehension about the importance of the technical conservation of the earth's natural resources. Likewise, are indicated some features about the mexican government efforts this concern and the necessity of a better management between multidisciplinary research and the tropical countries soil utilisation programs.

---

Dentro del contexto de los sistemas de planeación, cuando se intenta justificar la toma de decisiones acerca de programas específicos, generalmente se evalúan los aspectos técnicos y económicos principalmente; la factibilidad de los programas se estima en términos de rentabilidad financiera inmediata y sólo en contadas ocasiones el beneficio social representa el factor y objetivo prioritario. Además, es frecuente apreciar que los aspectos ecológicos rara vez son tomados en consideración.

Los sistemas de producción rural más avanzados - muestran una condición altamente prioritaria en el sentido de que cada hectárea de tierra cultivable, pastizal o arbolada, ya sea bajo aprovechamiento frutícola o forestal, así como aquellas identificadas como reservas en sus distin-

- - - - -

Trabajo presentado en la Conferencia internacional de evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional en los trópicos. Chetumal, Quintana Roo, México. Enero 25-31, 1987.

Celso Enríquez Poy, Licenciado en Administración, Subdirector de Patrimonio de la Dirección de Flora y Fauna Silvestres. Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales. Subsecretaría de Ecología. SEDUE. México, D.F.

tas modalidades, deberán ser consideradas de interés vital para toda la sociedad y de ninguna manera podrán ser arriesgadas y mucho menos desplazadas por innovaciones, sofisticaciones o conveniencias de otros órdenes.

Particular importancia reviste el hecho de que la creciente demanda de productos alimenticios, en sus diferentes formas, requiere atención especial de los gobiernos de todo el planeta. En ocasiones, se están destinando amplias superficies al cultivo agrícola y al establecimiento de programas de expansión ganadera sin que, previamente, se hayan considerado las consecuencias del cambio de uso del suelo, que no siempre garantiza la persistencia y rentabilidad de las actividades que está siendo sometido. Preocupación especial de los aquí reunidos y la comunidad científica internacional, es la paulatina pero inexorable desaparición de las zonas arboladas del planeta y especialmente, de los bosques tropicales húmedos.

Sería largo enumerar las causas que están originando estos acontecimientos, pero someramente podemos señalar que a pesar de los muy loables y numerosos esfuerzos por llegar a una reconsideración y efectiva valoración de qué es lo más conveniente hacer con estas extensas áreas tropicales en América, África y Asia, nos enfrentamos a la realidad de que las múltiples presiones sobre los



bosques tropicales están reduciendo poco a poco y de manera gradual las existencias totales. La FAO estima que entre 1980 y el año 2000, el área desmontada será de más de 225 millones de hectáreas.

En América Latina, que es donde este fenómeno se presenta con más rapidez e intensidad, la agricultura migratoria combinada con la ganadería extensiva son la causa principal de la deforestación en bosques tropicales.

El proceso de devastación que esto origina, significa para algunos prestigiados organismos internacionales, el pronóstico de que, de continuar las tendencias actuales, para el año 2025, todos los bosques tropicales físicamente accesibles, habrán sido aniquilados e implícitamente, la fauna silvestre tropical desaparecerá con ellos. Estos frágiles ecosistemas resentirán con mayor fuerza el impacto de perder su vegetación, y así estaremos presenciando y contribuyendo a incrementar los procesos erosivos y de desertificación en el planeta.

Por desconocimiento, necesidad o ambición, se destruye a un ritmo acelerado, uno de los ecosistemas más útiles y esenciales para la regulación ambiental y de la vida en todas sus formas.

Si bien es cierto que esta sombría perspectiva aún puede revertirse, debemos considerar también, que en el caso específico de los bosques tropicales húmedos la situación se agrava, debido al insuficiente conocimiento de la relación e interacciones de los organismos biológicos que lo componen.

La extrema vulnerabilidad de estas áreas no podrá soportar un cambio de uso drástico. La diversidad de especies de flora y fauna, que en muchos casos presentan endemismos se verá afectada, así como las posibilidades de manejo y desarrollo ordenado de los recursos naturales en general. Esto desvirtuará las expectativas de éxito que la agricultura y la ganadería pudieran esperar en estas regiones. Asimismo, hay un consenso general en cuanto a los aspectos técnicos, que si bien son perfectibles, no ofrecen mayores dificultades en su implantación, pero prevalecen dudas sobre sus resultados debido a las múltiples condicionantes de orden social que inciden determinadamente en los procesos productivos.

Estos últimos aspectos han sido condicionados por las necesidades humanas y con toda seguridad variarán intensamente al paso del tiempo. En cambio los aspectos ecológicos que son regidos por leyes naturales estrictas, no permiten que indefinidamente se sigan tomando decisiones precipitadas y circunstanciales de tipo socioeconómico únicamente, pues la adaptabilidad de los procesos naturales, aunque provistos de gran versatilidad, no parece comprender los problemas sociales y económicos acarreados por el hombre.

Cada día es más inadmisibles que la acción directa del hombre, lejos de favorecer a los ecosistemas, ocasione la desaparición de especies aún

antes de llegar a describirlas y mucho menos conocer sus posibilidades potenciales inexploradas en la medicina y otros renglones de nuestra vida presente y futura.

Aunque el destino de extensas superficies forestales del trópico, actualmente sujetas a procesos de degradación y transformación parece incierto, una gran parte de ellas se seguirá convirtiendo en pastizales, como forma de sustento para una ganadería de tipo extensiva, sin técnicas adecuadas de manejo y alimentación del ganado y carente de elementos indispensables para su optimización. Otras áreas, en menor cuantía, seguirán destinándose a la agricultura de temporal durante lapsos generalmente cortos y con producciones mínimas, todo ello a un altísimo costo ecológico.

Desafortunadamente, en muchos casos, es frecuente observar la deficiente relación que guardan los aspectos científicos, técnicos y políticos entre sí, para llegar a conciliar puntos de vista que finalmente sean los más recomendables y garanticen, de manera amplia, la permanencia de los recursos bióticos en los niveles requeridos.

No obstante lo anterior, los aquí reunidos abrigamos la esperanza de una reflexión profunda sobre los programas de planeación y las decisiones que en el futuro deberán tomarse, pues ello llevará implícita la salvaguarda de una riqueza genética, única e irreparable, que la naturaleza requirió millones de años desarrollar y que continuará evolucionando en la medida que el género humano lo permita.

Los bosques tropicales con sus áreas inundables: pantanos, esteros, manglares, estuarios o cualquier otra definición similar, no son solamente regiones que, para algunos, en apariencia, permanecen ociosas y no han sido integradas a los diversos procesos de desarrollo agropecuario. No; los bosques tropicales, con su diversidad de especies de flora y fauna, no son tierra ociosa... producen vida.

En la actualidad nos encontramos frente a un sistema de uso del suelo que está deteriorando aceleradamente las regiones tropicales y, en consecuencia, está propiciando la desaparición de innumerables especies vegetales y animales, ocasionando con ello situaciones particularmente graves de desequilibrio ecológico y social.

Ante esta indiscutible ambivalencia de criterios, el encontrar una conceptualización distinta y aplicar metodologías más versátiles e idóneas que favorezcan, por una parte, el desarrollo y aprovechamiento sostenido de los recursos y por otra, aseguren su preservación, es uno de los objetivos prioritarios de las políticas del gobierno en nuestro país.

La instrumentación de nuevos sistemas de utilización de la tierra y sus recursos en los trópicos está en marcha. En México estamos avanzando hacia ese ideal a través de numerosas acciones decretadas por el Gobierno Federal.

En materia ecológica, el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988, documento rector del Ejecutivo Federal establece, entre otros, los lineamientos de estrategia; considerando prioritario implantar medidas preventivas que regulen el aprovechamiento integral y racional de los recursos naturales e impidan su deterioro, así como realizar acciones orientadas a la conservación y enriquecimiento de los recursos renovables, que son parte fundamental del patrimonio de la Nación.

El citado Plan Nacional de Desarrollo, propone el diseño de un Sistema Nacional de Áreas Naturales protegidas, Parques y Reservas representativas de los principales sistemas del país, incluyendo desde los Parques Naturales hasta las Reservas de la Biosfera, con el propósito de conocer, estudiar y preservar las comunidades bióticas en ellos representadas, así como propiciar la investigación científica y el desarrollo tecnológico de nuevas formas de aprovechamiento de sus recursos.

Para dar cumplimiento a estas disposiciones, la SEDUE, en coordinación con otras Instituciones del Gobierno Federal y de los Estados, así como con instituciones de investigación y enseñanza superior, ha intensificado sus acciones en todo el Territorio Nacional. En el caso de las zonas tropicales, se instrumentan diversos proyectos para la Selva Lacandona, la Región Uxpanapa-Chimalapas, la Península de Yucatán, las áreas inundables de Campeche y Tabasco, la Región de los Tuxtlas y sur de Veracruz, las áreas tropicales de Tamaulipas, por señalar las más extensas. En el litoral del Pacífico se emprenden trabajos desde Nayarit hasta Chiapas, con especial énfasis en las zonas más críticas.

En la actualidad, la SEDUE tiene a su cargo 42 parques nacionales, así como 26 reservas en sus diferentes modalidades, localizadas en las cuatro regiones ecológicas más representativas del país. Cabe reiterar, que el proceso de creación de nuevas áreas protegidas, contempla el propósito de que cada Entidad Federativa y, dentro de lo posible, cada municipio estatal cuente con una de ellas.

Por razones lógicas y en virtud de que el tema central de esta reunión se relaciona con las zonas tropicales, y que a su vez se está celebrando en el Estado de Quintana Roo, a continuación haremos una breve descripción sobre el caso particular de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, su situación actual y perspectivas.

Es digno de encomio y público reconocimiento, el esfuerzo del Gobierno Constitucional de Quintana Roo. Con el establecimiento de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an; el Plan Piloto Forestal; el control sobre los procesos de colonización; el desarrollo turístico de áreas específicas, protegiendo sus recursos naturales; la implementación de programas de protección a la fauna silvestre, entre otros, son una muestra de la voluntad de su pueblo y gobierno por defender la naturaleza.

En base a los estudios e investigaciones realizados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, en coordinación con el Centro de Investiga-

ciones de Quintana Roo y con el invaluable apoyo del Gobierno del Estado, fue decretado el imperativo de orden público e interés social para proteger, mejorar, conservar y restaurar las condiciones ambientales de la zona conocida como Sian Ka'an. El significado de este vocablo maya es: "Hechizo o regalo del cielo".

Esta extensa área, localizada en la porción costera central del estado, en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Cozumel; tiene una superficie geográfica de 528,147 hectáreas. En ella está representada una gran variedad de ecosistemas tropicales: selvas medianas y bajas subperennifolias y selvas bajas caducifolias en las partes altas; en las tierras inundables se encuentran manglares, marismas, cenotes y petenes; y los ecosistemas acuáticos están formados por lagunas, bahías, islas, dunas, cayos y arrecifes, que a su vez albergan una enorme riqueza faunística.

La gran variedad de especies animales que comparten este hábitat, hacen de Sian Ka'an un verdadero laboratorio viviente de la naturaleza. Su fauna silvestre es abundante en jaguar, puma, tigrillo, jaguarundi, monos araña y saraguato, tapir, manatí, venado, jabalí, oso hormiguero y una innumerable cantidad de especies de aves, reptiles e insectos. En las zonas de humedales se encuentra el cocodrilo de pantano y de manglar, el flamenco y numerosas especies de aves acuáticas migratorias. En el litoral del Mar Caribe, dentro del perímetro de la Reserva, se localizan sitios de anidación de tortugas marinas de las especies de caguama, blanca y de carey. También ahí se localizan arrecifes coralinos de espectacular belleza, considerados entre los más importantes del planeta.

Es importante señalar, que muchas de estas especies, tanto de la flora como de la fauna silvestre, se encuentran en niveles de amenaza o en peligro de extinción.

Asimismo, en ella se ubican numerosos vestigios arqueológicos de la civilización maya, lo que le confiere una gran importancia desde el punto de vista histórico y cultural.

Durante el presente año se continúan las gestiones para declarar esta reserva como patrimonio de la humanidad y se promoverá el fortalecimiento de apoyo científico-técnico de carácter internacional.

Lo antes expuesto, permitirá comprender la dimensión y alcances de esta novedosa estrategia de conservación ecológica. La incomparable belleza escénica de estas áreas y sus múltiples componentes, la sitúan en un lugar preponderante a nivel internacional; pero dentro de este marco conceptual, en el que se inscriben ambiciosos proyectos de desarrollo tecnológico, es imprescindible señalar, que el recurso más importante y valioso de Sian Ka'an, son sus pobladores.

Existen en la reserva dos poblados: Javier Rojo Gómez y Punta Herrero. Su actividad principal es la pesca y la captura de langosta, complementada



tadas por prestación de servicios principalmente turísticos, en forma esporádica. Asimismo, se detecta el cultivo de palma de coco y palma chit e incipientes actividades agropecuarias, que gradualmente han venido aplicando proyectos de eco-desarrollo. Paulatinamente, la aceptación de estos sistemas por parte de los pobladores ha aumentado y se están adaptando sin mayores dificultades, producto de una intensa labor divulgativa local, motivando su participación en las decisiones, autogestión para la organización, etc.. Existe además una relación constante en materia de comunicación social y retroalimentación informativa. Su efecto multiplicador se extiende rápidamente a otras regiones aledañas.

Sería una labor ingente, el intento de explicar con detalle la larga lista de proyectos que la SEDUE está en vías de implantar en Sian Ka'an, al igual que en otras reservas del país.

Con la participación activa del Gobierno Federal, de los Gobiernos Estatal y Municipal, de las Instituciones de Investigación y Enseñanza Superior, de las Organizaciones no Gubernamentales y de los grupos Ecologistas, se pretende lograr el objetivo de asegurar su funcionamiento y operatividad e incrementar el establecimiento de nuevas áreas naturales protegidas en todo el territorio nacional.

Esta estrategia de conservación, está inspirada en los principios del programa de la UNESCO "El hombre y la biosfera", creado a principios de la década de los setentas.

Como es del conocimiento general, consta de tres zonas núcleo bien representativas y aceptablemente conservadas, así como de una amplia zona de amortiguamiento en sus alrededores.

Con el objeto de diversificar las actividades en las zonas de amortiguamiento y en las áreas de influencia, este sistema contiene, entre otros, los siguientes proyectos a desarrollar:

- Criaderos de especies de fauna silvestre en cautiverio y semicautiverio.
- Fruticultura, horticultura y en general asociación de cultivos tropicales.
- Creación de granjas agropecuarias integrales y autosuficientes.
- Fomento de la apicultura.
- Recolección de frutos, semillas y subproductos forestales.
- Plantaciones para restauración y fomento con especies de valor comercial y rápido crecimiento.
- Tecnificación e impulso a la pesca de escama y captura de langosta y caracol.
- Desarrollo de la acuicultura en aguas interiores.

- Desarrollo turístico controlado dentro de la Reserva misma, en sus cien kilómetros de playas, arrecifes, lagunas y zonas arqueológicas, con fines de recreación y educación ambiental.

En cuanto a la agricultura tradicional, es improbable que tenga resultados satisfactorios, debido a las características edáficas de la región.

Asimismo, el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la instrumentación de proyectos de capacitación, educación formal y adiestramiento, son funciones de suma importancia que se están impulsando. Todo esto, complementado por dispositivos especiales de inspección y vigilancia, en un afán de impedir daños al área y desviaciones de los proyectos.

Obviamente, la realización de estas acciones implicará la creación de fuentes de empleo y ocupación en forma adicional.

Es necesario señalar, que estamos conscientes de que esta estrategia deberá adecuarse para cada reserva, según sus características físicas, potencial de recursos, condición y capacidad, problemática socioeconómica, situación jurídica, etc., pero en esencia, la filosofía de conservación para el desarrollo participativo, prevalecerá en cada caso.

Aunque los resultados de este esfuerzo se obtendrán en su mayoría a largo plazo, es en la calidad de técnicos y profesionales de las diferentes instituciones involucradas en los proyectos, donde radica la garantía del éxito. Simultáneamente, la contribución de todos los sectores de la sociedad jugará un papel relevante en la consecución de estos propósitos.

En forma concluyente, queremos enfatizar que el uso múltiple e integrado de los recursos es la alternativa ecológica más recomendable; no obstante, si bien sus potencialidades son amplias, hasta ahora no ha sido suficientemente implantado en las regiones tropicales. Tal vez, las limitaciones más importantes estriban en la carencia de apoyos crediticios suficientes y oportunos y en que las acciones de extensionismo y difusión que lo promuevan, no han sido impulsadas en la medida que este cambio de actitudes y sistemas de producción lo requiere.

El uso múltiple e integrado de los recursos del trópico, debe concebirse como un sistema de producción estable, de larga duración y, consecuentemente, compatible con las imprescindibles exigencias ecológicas que, de igual forma, deberán brindar diversas alternativas de desarrollo a las actividades habituales de los pobladores.

Intensificar los programas de investigación y acrecentar la información sistematizada, puede significar, en el corto plazo requerido, la diferencia que, como reclamo creciente de toda la sociedad, establezca condiciones propicias para un replanteamiento y optimización de las acciones a emprender.



La aplicación inmediata de los resultados de los programas de investigación multidisciplinaria, es la única alternativa viable para reorientar adecuadamente el uso y destino del suelo y de los recursos naturales. En este sentido, la participación activa de los pobladores locales en todas las fases del proceso será determinante, pues están en juego intereses de diversa índole, que invariablemente repercutirán en la situación socioeconómica, política y cultural de sus comunidades.

Conservamos con mesurado optimismo, la esperanza de que, con los resultados de esta importante reunión, estemos coadyuvando a una toma de conciencia general que se traduzca en beneficio del

hombre, principalmente aquél que habita en las regiones tropicales, mediante el inteligente manejo, conservación y aprovechamiento tecnificado de sus recursos naturales.

Finalmente, quiero reiterar a nombre de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, nuestra gratitud al Comité Organizador de este evento, por su invitación a participar en él, y deseo vehementemente, al igual que todos ustedes, que las conclusiones finales de este foro sean divulgadas con toda amplitud para que en efecto, su aplicación contribuya al mejoramiento de las condiciones de vida y trabajo del género humano.

**DETERMINACION DE NECESIDADES DE INFORMACION  
RELATORIA DE LA SESION TECNICA GRUPO "B"**

**MODERADOR:** Biól. Javier Chavelas Polito

**RELATOR:** MC. Patricia Negreros Castillo

Durante esta sesión se presentaron siete trabajos, tres relacionados con aspectos ecológicos, el primero (1) "Características Ecológicas de los Arbores Forestales de Valor Económico en el Trópico Mexicano", destacó las características más importantes de 12 especies que tienen un elevado potencial económico en las zonas tropicales de México, haciendo especial énfasis en la necesidad de conocer con más profundidad las características botánicas y ecológicas de los árboles forestales tropicales, como una herramienta de gran valor para el estudio de los bosques tropicales. El segundo trabajo (2) "El Papel del Disturbio Natural en la Regeneración de las Selvas Altas. (estudios en la región de los Tuxtlas, Veracruz)" en este estudio se analiza la dinámica de los claros en la selva, producidos por causas naturales y el papel de éstos en la estructura y diversidad de las selvas húmedas. El tercer trabajo de tipo ecológico fue (3) "Necesidades de Información para la Aplicación de Tratamientos Silviculturales", en él se complementaron las necesidades de información en tres niveles, 1er. nivel: Como la obtención de información sobre los procesos de regeneración natural y crecimiento de los árboles, en forma individual, 2º nivel: Información sobre la vegetación que se desea manejar, esta información debe ser tal que no permita evaluar el valor económico actual de selva y su potencial en base a la presencia de árboles de reserva y en regeneración natural, 3er. nivel: Comprende la experimentación, integrando los dos niveles anteriores, para desarrollar algunas técnicas silvícolas a nivel experimental.

Durante esta sesión técnica se presentaron también dos trabajos relacionados con modelos estadísticos, el primero (4) "Regresión del Error en Biomasa : Resultados de un Estudio de Simulación" este trabajo reconoce las limitaciones de las funciones de regresión de la biomasa de árboles, y propone un sistema para corregir el error. El segundo trabajo (5) "Necesidades de Información para la Simulación Computarizada del Crecimiento de Arboles", en este trabajo se considera que el modelo de crecimiento que se llama de árboles individuales podría ser útil en los bosques tropicales. Para desarrollar este modelo se necesitan parcelas permanentes y, de cada parcela se necesitan datos de todos los árboles, (DAN, especies, copa y clasificación del sitio) en lo que se refiere a calidad de sitio, -- que no existe clasificación para los bosques tropicales, es posible usar un sistema descriptivo y -- representar cada sitio con un número.

Otro trabajo presentado en esta sesión fue (6) -- "Clasificación de los Bosques de Pino Indio en las Tierras Altas del Centro de Honduras para la Calidad de Sitio y Productividad", se describe un sis-

tema ecológico de clasificación para medir calidad de sitio de Pinus oocarpa, este sistema se usa en la productividad como predictor de la calidad de sitio y con otros datos al final pueden obtener -- mapas individuales y un mapa global.

El trabajo número siete (7) "La Conservación de -- los Recursos Naturales del Trópico, un Renovado -- Concepto de la Ecología en México", este trabajo -- dió a conocer las tendencias de la Secretaría de -- Desarrollo Urbano y Ecología, apoyada por Leyes -- Gubernamentales, de crear el mayor número posible de reservas ecológicas, como un banco de germoplasma de las diversas regiones existentes en el país, un ejemplo es la reserva de "Sian K'an" (hechizo o regalo del cielo) con una superficie de 528 147 -- Hás, y se plantea todo tipo de estudios necesarios para conocer los ecosistemas presentes.

Durante la mesa redonda la sesión, se hicieron 4 -- preguntas y dos comentarios.

Preguntas:

1. Dr. Mike Philip al trabajo (3) ¿Cuáles son los tratamientos silviculturales que actualmente -- se están aplicando a la selva natural?

Respuesta: No se aplican ninguno, se está al nivel de investigación.

2. Biól. Glaberso Cortes, al trabajo (2) ¿No existen otros factores que hagan que se doblen los tallos de Astrocarium?

Respuesta: Sí como por ejemplo las filtraciones de luz, que son seguidas por la planta causando dobles en el tallo.

3. Ing. Candelario Izaguirre Rangel, al trabajo (7) ¿Cómo se ha coordinado la SEDUE, con otras instituciones para evitar la duplicidad de funciones?

Respuesta: Esto no se ha llevado a cabo todavía, -- pero se plantea hacerlo.

4. Ing. Rubén Medina B. al trabajo (5) ¿Cómo mide la edad de los árboles tropicales tomando en -- cuenta que éstos no producen anillos de crecimiento?

Respuesta: No es necesario conocer la edad para -- construir modelos de crecimiento.

¿Qué períodos de tiempo recomienda para efectuar recomendaciones en los sitios permanentes?

Respuesta: Variable, según el tipo de individuos.

Comentarios:

1) M.C. Laura Snook. al trabajo (5) el Dr. Frank -- Wadsworth recientemente realizó datos de crecimen-

to de 30 años en el bosque experimental de Luqui--  
llo, en Puerto Rico, y no encontró ningún patrón -  
de crecimiento, los cuales parece ser aún al azar.



HELMUT JANKA 2/

No cabe duda: los inventarios forestales son una - herramienta importante para la planificación del - manejo y uso racional de los recursos naturales, - también en el trópico húmedo - al menos eso es lo que se dice. Al mismo tiempo todos sabemos que, ca - si como regla, no se aplican y muchas veces ni si - quiera se consideran los resultados y recomendacio - nes de estos estudios en la práctica forestal.1

Frente a ello, y para superar esta situación, se - propone comunmente afinar la definición de los ob - jetivos de los inventarios, considerar que hay di - ferentes niveles de información, acelerar los pro - cedimientos para así tener datos más actualizados y otros aspectos más.2. Si bien la relativa prácti - ca de los inventarios suscita, a veces, dudas en - tre los forestales si su realización puede ser jus - tificada en términos económicos, se destaca al mis - mo tiempo su gran importancia para la formación de técnicos forestales en el trópico húmedo.3

Por parte de algunos biólogos-ecólogos - y dentro del elemento generalizado sobre la reducida rele - vancia práctica de estos estudios - se menciona -- críticamente "que no se ha logrado en lo general - que quienes llevan a cabo los inventarios foresta - les en el trópico y quienes hacen los análisis de la información en el gabinete, tengan un entrena - miento adecuado desde el punto de vista biológico y ecológico para hacer un uso más apropiado de la información obtenida en nuestros inventarios. La - concentración preferencial hacia aquellas fraccio - nes de las masas forestales sujetas a la extrac - ción de tipo comercial, la agrupación de especies no según criterios ecológicos sino según caracte - rísticas de uso similares y, con ello, el enfoque principal hacia los cambios de categorías diametra - les de las clases de interés comercial: por todo - ello, los estudios de inventarización forestal - pierden capacidad de comprender mejor los sistemas que están inventarizando y, desde luego, son

1) Ponencia presentada en: Evaluación de Tierras - y recursos para la Planeación Nacional en las Zo - nas Tropicales, Conferencia Internacional y Reu - ñión de Trabajo, Chetumal, Q. Roo, México del 25 - al 31 de Enero de 1987.

2) Véanse varios de los trabajos publicados en: EN CUENTRO NACIONAL SOBRE INVENTARIOS FORESTALES, ME - MORIA, Chihuahua, 25 al 28 de julio de 1984, Subse - cretaría Forestal, Instituto Nacional de Investiga - ciones Forestales, Publicación Especial No. 45.

3) Véase p.ej. Sosa Cedillo, Victor E., Niveles - de inventario, en ENCUESTRO NACIONAL, op.cit., p. - 123 ff.

4) Véase p.ej. Enriquez Quintana, M., Transcenden - cia de los inventarios en el desarrollo de los re - cursos naturales del país, en: ENCUESTRO NACIONAL, op.cit., p. 143 ff.

5) Sarukhán, J., Requerimientos de información en los inventarios para selvas, en: ENCUESTRO NACIO - NAL, op. cit., p. 164. ff.

totalmente incapaces de proveer elementos predic - tivos.4

Creo que todas estas críticas y sugerencias tie - nen fundamento. Su consideración explícita segura - mente contribuye a mejorar la calidad técnica de - estos estudios. Lo que lamentablemente no resuel - ven es el problema principal: la falta de aplica - ción en la práctica. Dicho de otro modo: temo que podríamos seguir discutiendo las posibilidades de mejoramiento técnico de estos inventarios hasta - que haya desaparecido el último manchón de selva tropical, para pasar en seguida a una discusión - intensiva de las posibilidades de reforestación - de estas mismas áreas. Tendríamos, pues, un pro - grama vitalicio de empleo para técnicos foresta - les y afines.

Para romper con el carácter circular de ésta cla - se de discusión, me permito plantear el tema al - revés de como normalmente se hace. Creo que el -- primer paso importante es el de reconocer - y la historia de los inventarios lo avala - que la --- irrelevancia práctica de estos estudios es la re - gla y no la excepción, al menos en lo que se re - fiere al trópico húmedo. Ello significa que esta - mos ante un fenómeno de carácter más bien estruc - tural. Pero no sólo hay razones que sugieren que estos inventarios, mejorados o no, no tienen posi - bilidades de aplicación práctica, sino que, ade - más, en algunos casos la realización y el manejo de estos estudios incide negativamente en el mane - jo de las masas forestales. Quisiera hacer algu - nas observaciones al respecto.

Los inventarios forestales, tal como los conoce - mos tradicionalmente como herramienta de planifi - cación y práctica forestales, se basan en tres su - puestos principales.

- el primero es el de tomar como punta de referen - cia y como norma el manejo sostenido de la sel - va;

6) Véase p.ej. Steinlin, H., Contribución de la e - conomía forestal al mejoramiento de la situación económica y de las condiciones de vida en la - -- áreas rurales tropicales y subtropicales, en ALTER NATIVAS PARA EL USO DEL SUELO EN AREAS FORESTA - LES DEL TROPICO HUMEDO, tomo I, Publ. Especial, - No. 26 del INIF, México D. F., 1981, p. 9-32

7) Véase para ello Dourojeannie, Marc J., Recur - sos naturales y desarrollo en América Latina y el Caribe, Lima 1982, particularmente el capítulo -- "Las causas profundas", o Chowdhry, Kamla, Mana - ging forests for development, en ECODEVELOPMENT - NEWS, No. 24-25, March-June 1983, p. 18 ff.

8) Véanse para ello varios de los estudios - - desarrollados dentro del programa MAB-UNESCO.

- el segundo es el de hacer como si existiera un servicio forestal dedicado principalmente a tareas silviculturales en las selvas; y
- el tercero, el de creer que hay una capacidad de decisión y control reales de las actividades de uso del suelo en las selvas tropicales.

En lo que se refiere al manejo sostenido de las selvas, este concepto que constituye uno de los -nortes tradicionales de la política forestal en -lo que se refiere a masas forestales naturales, -en la práctica de las explotaciones forestales de las selvas tropicales no ha tenido validez real. En el mejor de los casos se esperaba que la explotación de unas pocas especies, justamente por su carácter selectivo, no iría a afectar sustancialmente las posibilidades de sobrevivencia de las selvas. Para estas compañías forestales, el inventario forestal constituía, por un lado, un requisito formal exigido por parte de las autoridades forestales y, por el otro, y en el mejor de los casos, -llegó a ser una herramienta para hacer más eficiente y más rentable la extracción forestal. Con la cada vez más acelerada destrucción de las selvas tropicales y con las dificultades cada vez -- más grandes para planificar y realizar en forma sistemática la extracción forestal, la importancia de los inventarios forestales se reducía cada vez más al aspecto administrativo-forestal, aparte de algún interés académico.

El manejo silvicultural de la selva durante mucho tiempo no ha constituido una opción real y realista no sólo para las tradicionales compañías forestales, sino tampoco para las institucionales de investigación forestal. Se aceptaba tácitamente que las selvas iban a desaparecer irremediablemente y que las investigaciones forestales deberían concentrarse hacia las soluciones para desoués de la desaparición de las selvas. Basta comparar los recursos dedicados a la investigación de plantaciones con lo que se ha hecho para entender las posibilidades de regeneración de la selva. Asimismo -- es ilustrativa la composición de los fondos dedicados a la actividad forestal por parte de los organismos financieros internacionales. Es sólo en los últimos años que la idea de un manejo de selvas ha ganado visos de seriedad en estos círculos.

Dicho de otro modo: como el modelo tradicional de explotación forestal de selvas no tiene futuro ya, ni por parte de las compañías forestales tradicionales, ni por parte de los investigadores forestales se le ha otorgado importancia real al manejo sostenido de las selvas. Por lógica, las conclusiones y recomendaciones de los estudios de inventarización que por una serie de razones parten de la posibilidad del manejo sostenido como norma, -no podrán encontrar eco en esta situación histórica de la explotación forestal.

8/ Véase p.ej. Matus, C., Política y Plan-Planificación en situaciones de poder compartido, CENDES, Caracas, Julio de 1981, Mimeo.

9/ Véase, entre mucho otros, the Global 2000 Report to the President, Council on Environmental Quality and Department of State, Washington D.C.-1980.

Al mismo tiempo, lo anterior significa también -- que los estudios mencionados pueden ganar relevancia práctica en la medida en que, dentro de un -- nuevo modelo de explotación forestal que se está gestando en varias partes, se ofrezca nuevamente la perspectiva de una explotación forestal económicamente atractiva, y también a largo plazo.

Muchas de las recomendaciones de los estudios de inventario y de las investigaciones colaterales -- sólo son concebibles si se parte de la existencia de un servicio forestal a la usanza de la mejor -- tradición silvicultural europea. El papel del servicio forestal en las áreas forestales del trópico húmedo, sin embargo, dista mucho de este punto de referencia. Por una serie de circunstancias -- históricas, el servicio forestal se ha limitado -- esencialmente a la función administrativa. Sin embargo, la característica distintiva de este servicio es que sus normas se basan en apreciaciones -- poco acertadas de la realidad forestal. Es justamente eso lo que hace que la función de vigilancia gane cada vez más importancia entre el servicio forestal y que la realización de los estudios de inventarización y la supervisión de las prescripciones de ahí derivadas, se conviertan en una herramienta de poder de las autoridades forestales frente a los usuarios. Como contraparte puede agregarse que en el servicio forestal del trópico húmedo -- con algunas notables excepciones -- no existe experiencia práctica relevante en la realización de tareas silviculturales. Si a ello se agrega la extensión enorme de las áreas forestales a cargo de la administración forestal, la realización de tareas silviculturales a un nivel relevante por parte de este tipo de servicio forestal se convierte en una utopía.<sup>6</sup>

Las consideraciones anteriores permiten señalar -- otro problema central, comúnmente relacionado con las recomendaciones de los estudios multimensionados y su reducida relevancia práctica. Muchos de los estudios ecológicos de las selvas que se han realizado en los últimos años, centran su interés hacia la dinámica de éstas desde el punto de vista biológico-ecológico. Al no existir una idea, -- aunque sea aproximada, del funcionamiento y de -- las posibilidades y limitaciones del grupo social potencialmente capaz de realizar tareas silviculturales, las recomendaciones silviculturales necesariamente caen en un vacío conceptual.<sup>7</sup>

Dicho de otro modo: la evaluación del recurso y -- las recomendaciones pertinentes ganan relevancia práctica en la medida en que consideran las posibilidades y limitaciones de los grupos que supuestamente deberían realizar las tareas silviculturales. El problema de muchos investigadores radica, no en última instancia, en confundir las selvas -- con un jardín botánico.

Finalmente, los estudios de inventario y sus recomendaciones parten de una concepción de planificación e implementación muy difundida y practicada, pero, al mismo tiempo, poco eficaz. En este sentido, se considera que el inventario constituye el primer paso de una secuencia que empieza con la -- evaluación del recurso, pasa a la planificación y de ahí a la aplicación. En términos generales, esta concepción pertenece al mundo de la planifica-



ción normativa la cual, en última instancia, le confiere cualidades de omnisciencia y omnipotencia a los técnicos y científicos y sus instituciones respectivas.<sup>8</sup> Si esta concepción ya es utópica en términos generales, lo es todavía más en lo que se refiere al uso del suelo en áreas del trópico húmedo.

El rasgo sobresaliente que podemos observar en estas zonas, es la destrucción acelerada de sus recursos naturales.<sup>9</sup> Si bien los planes oficiales a veces coadyuvan en este proceso, no por ello se trata de un proceso planificado de acuerdo con los cánones y procedimientos tradicionales de planificación. El aspecto más crítico del proceso de destrucción es, tal vez, el que sea un proceso estructural. O sea, la destrucción corresponde a las circunstancias históricas que hoy en día caracterizan estas zonas.

Al mismo tiempo, por ser causada por una serie de factores de origen independiente los cuales al mismo tiempo se refuerzan mutuamente, este proceso de destrucción está fuera de control, al menos con las herramientas tradicionales de planificación e implementación.

Dicho de otro modo: por más que se elaboren brillantes planes de manejo de los recursos naturales en base a inventarios excelentes, hasta en términos ecológicos, estos quedarán sin relevancia práctica mientras no se logre establecer una relación directa entre los que elaboren los planes y los que en el campo toman las decisiones concretas acerca de la destrucción del recurso.

Como el actual problema de destrucción se explica en gran parte, por una relación anárquica entre los distintos actores sociales, incluyendo las más diversas instituciones oficiales, esperar o hasta exigir que se implementen los planteamientos de los planificadores, significa poner el problema de cabeza. El tema central en el trópico húmedo, hoy por hoy, no es el de definir los usos óptimos de sus recursos naturales, sino más bien el de lograr que una dinámica incontrolable que conlleva la destrucción acelerada de estos recursos, sea un poquito más accesible, sea un poquito más planificable.

Las consideraciones anteriores redefinen, desde luego, y en lo que se refiere explícitamente al manejo del recurso forestal, la función de los estudios de inventarización. Queda claro que los estudios tradicionales y sus procedimientos corresponden a un modelo de explotación y manejo forestales que no tiene futuro ya. Por lo tanto, para que los estudios mencionados puedan tener alguna relevancia práctica, tendrán que inscribirse en otro modelo de manejo del recurso. El problema está en que aún no existen experiencias suficientes y lo suficientemente probadas para hablar de las características y de las posibilidades reales de otro modelo de un manejo sostenido a partir de la situación actual.

Para que los estudios de investigación y los planes de manejo puedan tener alguna relevancia práctica, hay primero que explorar, que practicar y

que consolidar las bases para un nuevo modelo de explotación forestal que dentro de contexto actual de anarquía generalizada tenga alguna perspectiva de perduración. Para ello, las necesidades de conocimiento del recurso variarán de acuerdo con el avance del nuevo modelo. Se trata, pues, de un proceso de aproximaciones sucesivas entre conocimiento técnico y necesidades y posibilidades de aplicación.

Tal vez el problema central para la realización de este proceso sea que el sujeto principal y decisivo tendrá que ser los grupos campesinos que viven en las áreas forestales. Pasar de una posición acostumbrada a la planificación autoritaria, si bien poco eficaz en la práctica, a una de apoyo técnico de estos grupos campesinos y de acuerdo con las condiciones y limitaciones propias de estos, nos podrá tomar, tal vez, más tiempo de lo que duren las selvas.

En suma: la hasta ahora observable reducida relevancia práctica de los inventarios forestales en el trópico húmedo no se superará exigiendo más conciencia forestal a los políticos y, sobre todo, a los campesinos que viven en estas selvas. Propongo que los técnicos e investigadores forestales, y uno que otro biólogo-ecólogo, tomen conciencia de la realidad del trópico húmedo y que elaboren planteamientos congruentes con ésta.



H. Fred Kaiser 2/

---

Abstract--Forests provide a wide variety of benefits such as water, wildlife, and recreation in addition to the traditional benefits attributed to timber products. Forests managers have been asked to consider these multiple benefits in their decisionmaking processes for many years. Similarly, foresters have been challenged with inventorying these multiple benefits and understanding the underlying ecological characteristics. This paper examines the importance of multiple use benefits of the forests and the importance of properly considering these in designing a forest inventory.

Abstracto--Los bosques nos proporcionan una gran variedad de beneficios tales como el agua, las plantas y animales silvestres y la recreacion, ademas de los beneficios tradicionales imputados a los productos de madera. Desde hace muchos anos, se piden a los gerentes de bosques que tomen tales beneficios multiples en cuenta cuando proyectan sus decisiones. De modo similar, se demandan a los silvicultores que mantengan un inventario de estos beneficios multiples y que comprendan las características fundamentales de su ecologia. Este papel examina tanto la importancia de los beneficios de usos multiples de los bosques como la importancia de la evaluacion correcta de estos beneficios en el diseno de un inventario silvicultural.

---

### Introduction

Forest management, especially working with tropical forests, is a complex phenomenon which requires many kinds of information. It is based on the simple notion that through management of forests our people can derive benefits, but actually deriving these benefits is not simple to do. To be effective at management requires that one knows the makeup of the forest, benefits desired by relevant constituents, and the means to produce those benefits.

For tropical forests, conducting an adequate inventory to find the properties of the forest area to be managed can be one of the greatest challenges facing forest managers. FAO's Committee on Forest Development in the Tropics (1985) estimates that the tropical forests of America, Africa, and Asia cover over 1.9 billion hectares of which 1.2 billion hectares are closed forests and 0.7 billion hectares are open tree formation. Each type of forest within the vast area presents its own inventory problems. For instance, a single hectare of the closed tropical forests may include more than 100 species of trees, each with its own interdependent colonies of plants and animals. Compounding the problem is that these tropical species are usually not uniformly distributed over an area. Individual species tend to have a clustered distribution that enhances the stand and site variability associated with diverse

stand origins, physiography, and disturbances (Birdsey et al. 1986).

Although timber inventories in tropical forests provide a substantial challenge, an even greater challenge lies in identification of the other benefits derived from the tropical forests. Tropical forests receive, store, and make available most of the usable water for the areas where they exist. Tropical forest vegetation stabilizes the soil, has a moderating effect on local climate, reduces air pollutants and helps maintain atmospheric oxygen-carbon dioxide balance. Recreation encompasses a wide variety of individual and group activities and has become a major use of tropical forests in some locations. Tropical forests, and the streams, rivers and lakes they help to sustain, provide habitat for wildlife and fish. Tropical forests in some instances provide forage for browsing of wildlife and domestic livestock. Some tropical forest lands are an important source of minerals and others provide fruits and medicines.

### Resource Evaluation

In considering how to inventory these multiple use benefits, an examination on how forest economists are currently carrying out multiple use evaluations is needed. The traditional description of the economic theory of multiple use employs the theory of the firm. Each of the multiple uses is represented by one or more products. Optimal combinations of products are determined by comparing value ratios to marginal rates of product transformation. Within this framework, products can be either complementary or competitive.

There are, however, at least two difficulties with this traditional approach. The first is that a large number of products on forest lands are required to represent adequately the

---

1/ Paper presented at the Land and Resources Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ H. Fred Kaiser, Director, Forest Inventory and Economics Research, USDA Forest Service, Washington, D.C.

relevant uses. The mathematical representation becomes quite complicated, and inventory information demands are large. The second difficulty is that many of the products of the forest are not outputs in the traditional sense. For example, forest management does not produce recreation visits; it produces environments of varying suitability for recreation in which individuals may or may not choose to recreate.

Therefore, forest economists are now in the process of developing improved techniques for evaluating multiple benefits from forest management. These approaches are based on capital theory. The key assumption is that forest management produces two outputs: wood products, as traditionally defined, and vegetative states, which provide a flow of benefits over the life of the stand. Different users of the forest attach different values to these benefits, and these benefits can be summed to provide a single value for a vegetative state at any point in time. The analytical problem is to determine the optimum rotation length for the stand when both timber product and other benefits of the forest are taken into account. In turn, the choice of the rotation length determines the output mix.

Perhaps the oldest application of capital theory to forestry is the Faustmann model developed in the 1850's by a German forester. Expanding on Faustmann's model, Hartman (1976) showed how the model could be modified to accommodate multiple use benefits from a forest. He found that some benefit values are optimized with shorter rotations and others by longer ones. On any particular hectare, the relative weight given these values would determine the proper management regime and rotation age.

A somewhat richer model can be built with optimal control theory. Berck (1981) built a nonlinear, autonomous optimal control model to describe the time path of timber prices and inventories under the assumption that values can be assigned to the various outputs of the stand. In Berck's model, the objective of the public forest manager is to maximize the utility from timber harvests and other forest benefits. Change in inventory is defined as the difference of the growth rate and the harvest rate. Ignoring costs and multiple use benefits, Berck's approach shows that along the optimal path the percentage growth in prices plus the marginal growth on inventory must equal the interest rate.

If we add thinning as a tool by which the forest manager manipulates growth rates and the production of goods and services, the interpretation becomes more complicated. Depending on how benefits other than timber are affected by thinning, positive values for these benefits may involve higher production of timber while leaving rotation length unaffected.

The richest and most realistic models can be built with the assumption that the non-timber

benefits of the forest are a function of the mix of stand age in an area rather than the ages of stands considered individually. Bowes and Krutilla (1986) have built such a model in a dynamic programming framework. In their model, the objective at any time period is to maximize the use of harvest values and other benefits in the present time period and the value of the land in the next time periods. The solution is sufficiently complex that few analytical conclusions are possible at this time, but the results do point out the importance of including multiple use benefits in forest analysis.

#### Determination of Multiple Use Benefits

Identification and measurement of recreation, wildlife, water, and other forest benefits also continue to be a major challenge for most forest analysts although the idea for the use of these types of values goes back at least to the 19th century. In 1844, a French engineer named Dupuit argued that public transportation facilities should be determined by what the potential users would be willing to pay for using it. The primary approaches currently used to infer quantitative multiple use benefits are: (1) opportunity cost, (2) intrinsic value, (3) consumer cost, and (4) contingent value.

The first method, the opportunity cost approach, has been used to try to value production opportunities. The opportunity cost is the return that the capital or resources could produce if invested in any of the other feasible opportunities, usually increased timber production. So far, the Federal Republic of Germany and Switzerland have been the most active in using this approach (Gundermann 1981). In these countries, an attempt was made to evaluate the additional cost and demand returns in timber with regard to the recreational and protective function of forests. Although the method does not indicate a benefit value, it does provide a baseline for comparing alternative investments.

Another approach which provides a baseline for comparing alternative forest investments is relative use or intrinsic value. In Czechoslovakia, Papanek (1984) developed a method using this approach which employs quantitative characteristics. Considering the resource productivity, suitability, and resource demands of a forest site, he analyzes the factors that will influence timber production and other forest products including recreation. Factors also considered include production costs as well as those accepted by the visitors to reach the site. From these factors, a monetary value is awarded for each product and the forest site classified according to his classification system. Other researchers have developed similar analytical approaches such as Hills in Canada and McHarg in the United States (Belknap and Furtado 1967). The major problem with these approaches is that they are usually relatively complicated and difficult for administrators to follow and accept.



The third method, the expenditure or consumer cost method, attempts to measure the value to the participant using dollars spent; in this case, it is not the costs of development but rather costs incurred in the use of the forest. The total dollars spent on travel, equipment, and on-site use, however, only measure the money spent for the activity, not the value of the opportunity.

This explanation points out the two major weaknesses of this approach. First, the gross expenditure method does not measure the value of an additional opportunity to the consumer. Public expenditures involve tradeoffs among different resources. Therefore, when determining benefits of an additional unit of the output, net benefits from the added opportunity must be measured rather than the gross value. Measuring only the gross change in expenditures gives no indication of how much the consumer is willing to pay to use the product or its social value. A second weakness of the gross expenditure method is that many expenditures cannot be attributed solely to the output at the forest. Expenditures may be ancillary to the actual use of the output.

To overcome some of these problems, a method was developed by several researchers in North America using travel cost as a surrogate for price (Clawson and Knetsch 1966). This method derives a demand function from differences in travel costs from different origins. This method assumes that people coming from different distances experience about the same benefits from the forest. Therefore, the difference in their travel costs will reflect the net benefits they receive. For each origin, travel costs are incrementally increased and use estimated at each increment. A forest demand curve is plotted using these estimates. Willingness to pay for the site is estimated by the area under this demand curve. The strength of this method includes the fact that, for each different location, those using the forest face different prices and sites--actual behavior is used to place a value on benefits, and the method accounts for spatial differences in the market.

Currently, contingent or simulated markets are often used as proxies for actual markets and allow forest analysts to predict quantity demanded at different price levels. Surveys are used to estimate forest values by asking users a series of questions to determine their willingness to pay (or willingness to accept compensation) for use of a site. However, this method assumes that consumers can assign accurate values and that a series of questions can accurately elicit value.

#### Multiple Use Inventories

As indicated significant progress has been made in theoretical and applied aspects of the economics of multiple-use management. Faustmann's early work has been expanded, and economists are exploring optimal control theory

as related to forest resources. Single benefit economic applications have been replaced by more complete ones. However, much work remains to be done including how to best value the various benefits from forest management.

While economists continue to improve ways to analyze multiple use forestry, I would like to point out a multi-resource inventory procedure now used by the U.S. Forest Service that is providing the information required by the current generation of multiple use economic models. This inventory is designed not only to measure the number of trees by species, size, and quantity and quality of wood, but also the ecological structure of the forest vegetation and other important forest land characteristics. Criteria used in designing the inventory include that no disturbances be made to the vegetation and that individuals with limited training in identification of shrubs, vines, and grasses be able to conduct the inventory.

The Southeastern Station is one of our experiment stations currently using a multiple use inventory built around measuring both timber and the ecological structure of the stand (McClure et al. 1979). At each of the permanent sample plot locations, 10 sample points are systematically distributed on about one acre. At each point measured, data on all trees 5.0 inches and larger in diameter are recorded using a 37.5 basal area factor prism. Trees 1.0 to 5.0 inches in diameter are then tallied on a plot with a 6.8-foot radius around each point. Total height is estimated for all trees measured as well as the crown ratio or percentage of the total height that contains live foliage.

Other vegetation is measured on two sizes of circular plots (Cost 1979). A 35-foot radius plot is used to obtain information on the vegetative profile. On the 35-foot circular plot, the following items are recorded: 1) Height zones or the natural occurrence of layers of vegetation on the plot and their estimated height; 2) zone percent or the estimated proportion of the layer that is occupied by vegetation; 3) species classes such as hardwoods, shrubs, vines, grasses, forbs, or others that contribute at least one percent stocking toward the total foliage volume in each height zone.

The circular plot with the 6.8-foot radius is used to give a more detailed view of the area being inventoried. On the 6.8-foot radius plot, all woody species are listed individually and grasses are differentiated into genus or species where possible. Herbs are differentiated as follows: cacti, composites, ferns, legumes, lichens, forbs, and mosses. Other plot characteristics are also recorded for the soil physiographic class, plot slope, along with any past treatment or disturbance such as fire or timber harvesting activity on the plot.

Information collected at the inventory plots is then processed at the experiment station



headquarters to provide overviews of the plot characteristics and also a one-foot layer stocking profile. This information has been used to provide biomass estimates for fuel wood, forest diversity measures, potential water yields, forage yield, and availability of specific habitat requirements for wildlife species. For instance, this information provided the likely areas that the red-cockaded woodpecker, an endangered woodpecker species in the United States, might be located. Habitat requirements for the red-cockaded woodpecker include mature pine stands and the absence of a hardwood understory. Using the inventory information and projecting likely future timber harvesting patterns, it was found that colonies of these woodpeckers would likely be able to survive only on U.S. National Forests by the year 2000 if current management and harvesting practices are followed for the next 15 years.

## Conclusions

Although multiple use analysis techniques continue to be developed, most current economic analyses point towards the importance of including more inventory measurements than just number of trees by species, size, quantity, and quality of timber. The increasing awareness of the demands on our forests points out the need for and value of effective multiple use information for planning locally, regionally, and nationally. These evaluations are prompted by more comprehensive planning and assessment needs which give rise to an increased interest in a multi-resource inventory perspective.

It must be remembered, however, that multiple use inventories are a relatively new concept (Schmidt Haas 1985). The theoretical dynamics of ecological resource interactions are often poorly understood. Multiple use inventorying requires an understanding of the ecological and economic processes within the forest system.

Multiple use inventories can, however, optimize fieldwork and standardize data collection, thereby facilitating transfer and use of information (Buck et al. 1986). The need to define a common framework for forest inventory is shown by the number of different disciplines involved in forest planning. Each discipline brings different definitions, assumptions, and objectives concerning resource planning. Therefore, construction of a common framework is essential if multiple use analysis is to be successful. But the effort will be rewarding because forest managers will have a better understanding of the forest resources that they are managing.

water yields, and wildlife can often be developed and linked to a multi-resource data base. In combination, these models can be used to show the likely impact on forest outputs from changes in forest management, timber harvesting, or land clearing.

At this time multi-resource inventories built around standard timber inventory measurements and vegetative states appear to be the most promising. This does not mean that multiple use benefits do not have to be described and quantified. Rather it means that by measuring vegetation associated with a timber stand, single purpose models for biomass, fish, forage,

## Literature Cited

1. Belknap, R.K.; Furtado, J.G. Three approaches to environmental resource analysis. Washington, DC: Conservation Foundation; 1967. 102 p.
2. Berck, P. Optimal management of renewable resources with growing demand and stock externalities. *Journal of Environmental Economics and Management* 8:105-117; 1981.
3. Birdsey, R.A.; Weaver, P.L.; Nicholls, C.F. The Forest resources of St. Vincent, West Indies. SO-229. LA: New Orleans. 1986. 25 p.
4. Bowes, M.D.; Krutilla, J.V. Multiple use management of public forest lands. Washington, DC: Resources for the Future; 1986.
5. Buck, M.G.; Costales, P.G.; McDuffie, K. Multiresource forest statistics for Molokai, Hawaii. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station; 1986. 19 p.
6. Cost, N.D. Ecological structure of forest vegetation. Workshop proceedings. Fort Collins, CO: Colorado State University. 1979: 29-37.
7. Clawson, M.; Knetsch, J.L. Economics of outdoor recreation. Baltimore, MD: John Hopkins Press; 1966.
8. Committee in Forest Development in the Tropics. FAO M-30. Tropical Forestry Action Plan. 1985. 159.
9. Gundermann, E. Evaluation of the recreation evaluation methods used in Western Europe. XVII IUFRO World Congress Proceeding, Division 4: 513-518; 1981.
10. Hartman, R. The harvesting decision where a standing forest has value. *Economic Inquiry* 14:52-58; 1976
11. McClure, J.P.; Cost, N.D.; Knight, H.A. Multiresource inventories--a new concept for forest survey. SE 191. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station; 1979. 68. p.
12. Papanek, F. Use of economic value of forest functions in decision making. Thessaloniki, Greece: IUFRO Proceedings of the International Conference, I:263-271; 1984.
13. Schmid-Haas, P. (editor) Inventorying and monitoring endangered forests. Zurich, Switzerland: IUFRO Conference. 1985.

ALGUNOS PROBLEMAS INVOLUCRADOS EN LA  
EJECUCION DE INVENTARIOS FORESTALES  
EN LAS SELVAS 1/

JESUS VAZQUEZ SOTO 2/

Resumen.- La naturaleza heterogénea de las selvas hace que sus inventarios forestales sean difíciles de ejecutar, de controlar y que fácilmente se vuelvan caros. Para su ejecución debemos combinar fotografías aéreas y muestreos terrestres. Los fotointérpretes deben ser bien entrenados para hacer que sus estratos coincidan con grupos o tipos botánicos. El muestreo debe ser sistemático utilizando bloques de muestreo.

Abstract.- The forest inventory work of tropical forests is difficult in control, laborious and easily it is possible to have expensive tasks, with regard to the heterogeneous nature of these forests. Ground and photographic surveys combinations are the best features for inventory designs. Aerial photographs are used for stratification purposes, distinguishing botanical groups. The photointerpreter should be a well - trained man thoroughly familiar with local conditions. Systematic sampling methods with clusters of plots are the best to give good results.

### Introducción

En todas las regiones tropicales, y las mexicanas no son la excepción, hacen falta inventarios actualizados de tipo sistemático que ofrezcan bases para futuras operaciones y que puedan dar oportunidades de prever errores en las apreciaciones para ciertas localidades. Esos inventarios de diversas áreas, de diversas escalas y tendencias podrán incluir algunos tipos de vegetación especial, sabanas por ejemplo, y no solo los propiamente arbolados, sí es que aceptamos que los recursos forestales tropicales no son solo los maderos, esto es, que la producción forestal y la producción maderera no son sinónimos. Las selvas son de naturaleza heterogénea y sus tipos forestales varían desde los muy húmedos hasta los secos y deciduos. Igual sucede con sus árboles y maderas, encontrándose en éstas grandes variaciones en densidades, colores, contenidos de extractos y de sílice, al igual que en sus características físicas, químicas y mecánicas, variando además, intraespecíficamente y de acuerdo al

sitio, a la lluvia y a otras influencias y según se trate de selvas primarias, secundarias o de plantaciones de especies indígenas o exóticas.

Las selvas mexicanas crecen bajo lluvias que van desde unos 600 mm hasta unos 4,000 mm al año; con temperaturas promedio de 22 a 27°C, con extremos de 18°C y 40°C. En México es posible distinguir más de 16 agrupaciones vegetales, pero, desde el punto de vista maderero, las más importantes son la selva alta perennifolia y las selvas altas o medianas subperennifolias. Gran parte de las áreas forestales tropicales no es económicamente operable desde el punto de vista de la producción maderable, en función de sus existencias arbóreas, de la topografía, del clima o de las dificultades que representa su accesibilidad, además, todavía hay un buen número de maderas poco usadas.

### Planeación y Objetivos

Los diferentes tipos de inventarios deben capacitarnos para llevar a cabo en mejor forma diversas tareas forestales. Así, a nivel nacional podemos obtener información digna de confianza sobre las áreas forestales como un pre-requisito esencial para implantar una política dinámica de desarrollo forestal que tenga como base un aprovechamiento racional. Por otra parte, a través

1/ Trabajo presentado en la Conferencia y Taller Internacional "Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales". Chetumal Q. Roo, México. Enero 25-31, 1987.

2/ Jesús Vázquez Soto es Consultor Forestal. Vía de Zumpango 30 - El Mirador-Naucalpan, - Méx. 53050.



de un inventario de tipo exploratorio podemos -- conocer la composición de las selvas lo que nos permitirá tener una base para planear tanto su -- aprovechamiento como las prácticas silvícolas que se requieran. Podemos también obtener inventarios totales de diversos tipos, a través de los cuales se obtiene información que puede servir para formular planes generales de ordenación forestal, planes de manejo y aprovechamiento -- sobre bases firmes.

Los datos ofrecidos por los inventarios forestales deben capacitarnos para concentrar las operaciones madereras en aquellas tierras que se vayan a desmontar; nos permitirán desarrollar los potenciales de la agroforestería y de la productividad por sitio; se podrán localizar y delimitar en mejor forma reservas forestales; podremos decidir acerca de valores ambientales futuros; podremos delimitar áreas protectoras antes de que empiecen las operaciones madereras y podremos decidir acerca de áreas para plantaciones forestales. Todo lo anterior hace que resalte lo -- importante que es conocer la capacidad natural y la capacidad técnica en el uso de los suelos, de acuerdo a su vocación. Conviene que los datos de inventarios forestales se obtengan a través del -- estudio de una muestra de las masas pertinentes. Una combinación de métodos que involucren trabajos de interpretación de fotografías aéreas y de muestreos terrestres son la mejor base para la preparación de inventarios forestales.

Es útil tener a la mano cualquier tipo de información sobre el área de trabajo, especialmente desde las fases de planeación, puesto que en las regiones tropicales es especialmente importante que el personal de campo sea previamente bien entrenado, sobre todo en lo referente a la identificación de las numerosas agrupaciones y especies vegetales. Por otra parte, los caminos y aún las veredas son escasas; a menudo, el sotobosque es difícil de penetrar y la apertura de brechas es un trabajo laborioso; hay pocos lugares con agua suficiente y adecuada para un campamento. Todo se combina para hacer que los inventarios forestales en las regiones tropicales sean difíciles de controlar, difíciles en su ejecución y sean trabajos caros.

### Las Fotografías Aéreas

Para llegar a tener inventarios forestales confiables en las regiones tropicales son imprescindibles las fotografías aéreas, ya que a través de su utilización se nos facilita el reconocimiento de los tipos de vegetación, su mapeo y sobre todo se facilita la determinación de las superficies que ocupan y se facilita la estratificación de la vegetación y el diseño del muestreo terrestre nec

sario, de la manera mas conveniente. La época en que deban tomarse las foto-aéreas es sumamente -- importante. Deberán evitarse interferencias por humos, nieblas, nubes, vientos fuertes, etc. Es muy importante tomar en cuenta la fenología de -- las selvas y de algunas especies en particular. Así la floración, la caída de las hojas, los brotes tiernos, entre otros detalles, podrán ser útiles al fotointérprete. Es interesante hacer notar que si el carácter caducifolio de algunas -- especies arbóreas coincide con el carácter caducifolio de algunas especies arbustivas del sotobosque, esa combinación le complicará las tareas al fotointérprete.

Las fotografías verticales deberán obtenerse a escalas promedio que podrán variar de 1:15,000 hasta 1:40,000 y aún 1:50,000. A esas escalas es relativamente fácil distinguir y mapear algunos tipos forestales, pero sobre todo lo que podemos llamar "tipos de aspecto", los que reflejan diferencias substanciales en composición específica y en existencias maderables. La cámara a utilizar deberá tener una distancia focal de 152 mm, con un buen poder de resolución y con distorsiones radiales y tangenciales mínimas. La distancia focal señalada facilitará la estimación de alturas.

En la interpretación de las imágenes de las selvas juega un papel importante la tonalidad, junto con los patrones de agrupamiento, de aquí que la selección y combinación de película, filtros y papeles fotográficos, serán importantes, ya que así se influirá sobre la resolución de los negativos y los detalles serán mejor o mas pobremente representados. Una película pancromática y un filtro amarillo o "minus blue" es una buena combinación para el trópico. Las copias fotográficas pueden obtenerse en papel de doble peso y en acabado mate.

### Fotointerpretación

En la fotointerpretación de las selvas debemos -- tratar de distinguir, a través del estudio -- estereoscópico de la vegetación, los patrones de las agrupaciones o de ciertas especies en particular. Debemos tratar de distinguir los tipos forestales, o sean aquellas masas de características similares en cuanto a composición y desarrollo debidos a factores físicos y biológicos dados, lo que los diferencia de otros grupos. Como se vé, este término sugiere repetición de las mismas características bajo condiciones similares. Hay varios tipos forestales maderables, es decir, clasificados bajo bases utilitarias, que se pueden utilizar por conveniencia en la -- identificación, descripción y mapeo, un ejemplo de éstos en las regiones tropicales son los "mon



tes blancos" y los "montes de color". Los tipos forestales se basan totalmente en especies arbóreas, en contraste a las asociaciones vegetales de los ecólogos, quiénes toman en consideración a toda la vegetación. Usualmente la especie o combinación de especies que da su nombre a un tipo forestal precisa ser la predominante en la masa dominante, pero es posible encontrar grandes variaciones.

La aparición, el crecimiento y el agrupamiento de la vegetación son, en términos generales, una función combinada del clima y del suelo y casi siempre el clima y la humedad del suelo están íntimamente relacionados con la fisiografía, y debemos recordar que si tenemos fotografías aéreas adecuadas podremos estudiar los rasgos topográficos y por lo tanto la fisiografía del área.

En las regiones tropicales es necesario estar atentos a cualquier rasgo de gregarismo en la vegetación, por lo cual es absolutamente indispensable que el fotointérprete comprenda con claridad los rasgos ecológicos de la vegetación; entender la interdependencia que existe entre la vegetación y los materiales geológicos subyacentes; entender la relación que existe entre la vegetación y el movimiento de las aguas en los suelos; debe distinguir si la vegetación en estudio es de tipo primario o secundario, si son agrupaciones óptimas o no óptimas (sensu Miranda, 1959), de que tipo de selva se trata, de que formación, - asociación, consociación, rodal o estrato se trata. El fotointérprete solo puede identificar lo que realmente conoce.

El rasgo esencial de las tareas de muestreo en las selvas, es que para buscar la máxima eficiencia debemos dividir una población muy heterogénea en unidades más pequeñas y más o menos homogéneas, esto es, delimitar estratos, sobre los que diseñemos y ejecutaremos un muestreo, con el mínimo de operaciones en el campo, realizando así un trabajo eficiente en la forma más barata posible. Al término "estrato" se le da aquí una significación totalmente distinta de aquélla que tiene en la terminología ecológica, ya que nos referimos a los distintos patrones que presentan las comunidades vegetales, en función de sus características ecológicas, cuando se ven desde el aire.

#### La Delimitación de Estratos

Una buena hipótesis de trabajo en la delimitación de estratos, es reconocer que el número de asociaciones vegetales en un tipo de vegetación o formación es determinado por el número de sus diferencias primarias, y que éstas a su vez dependen de la presencia o de la ausencia de eudominantes (sensu Clements, 1949). Esto significa que hay dominantes tanto en los tipos climax como en las

seres, e igualmente se reconoce que hay especies perdominantes, o sean las especies que establecen conexiones o relaciones entre las asociaciones.

En general, en las regiones tropicales los estratos forestales deben coincidir con las asociaciones vegetales, las que dependerán del grado de mezcla de eudominantes y de perdominantes, pero también deben reflejar las variaciones de tamaños, la mezcla de especies y la localización geográfica de la asociación. La significación ecológica de las especies eudominantes y de las perdominantes, además de su mezcla, será de naturaleza diferente a la de los estratos delimitados y, en todos los casos, podrá servir para ratificar o rectificar nuestras apreciaciones preliminares. Las diferencias entre las asociaciones a veces alcanzan extremos de gran sutileza, por lo cual también eso puede presentarse en cuanto a los estratos. Sin embargo, no es muy difícil identificar por lo menos las especies dominantes en altura, cuyas copas son fácilmente discernibles en las fotografías, rasgo importante ya que parece existir una cierta relación entre el volumen de los árboles del estrato (piso) superior y el volumen total aproximado de las existencias en crecimiento de las regiones tropicales (Heinsdijk, 1957-58). Las especies que es posible identificar con certidumbre en las foto-aéreas son relativamente pocas y al igual que Swellengrebel (1959) la vegetación la identificamos por el aspecto general que presenta al formar grupos más bien que por las características individuales que presenta cada árbol dentro del grupo, aunque a veces se sugiere muy fácil la identificación de alguna o algunas especies en ciertas condiciones.

Algunas ideas básicas sobre la fotointerpretación de las selvas y su mapeo, se pueden encontrar en: Kinloch (1941), Dillewijn (1957), Francis (1957), De Rosayro (1959), Swellengrebel (1959), Fosberg (1961), Nyssönen (1962), Vázquez Soto (1965), Vázquez Soto y López Suárez (1965) y Vázquez Soto (1968).

En resumen, un estrato estará determinado por su composición florística, por la densidad de la vegetación y las alturas medias de los árboles, las dimensiones y aspectos de las copas arbóreas, por la tonalidad que presenten, por la sombra contenida y la textura que presenten las imágenes, además de los rasgos que le impriman al paisaje la topografía, los suelos, la geomorfología, la fisiografía, etc. entre otros aspectos.

#### Restitución

Sobre un mapa base, controlado o no, se arman las reglillas o "templates" para llevar a cabo la restitución utilizando alguno de los muchos aparatos

que hay para ese fin, como el multiscopio diseñado por Spurr y Brown.

### Trabajos de Campo

Para llevar a cabo los trabajos de campo es también muy necesario pensar en la mejor época del año y ésta es las "secas". El campamento debe tener un buen abastecimiento de agua y debe localizarse en función de un buen control de los trabajos, evitando, en lo posible, grandes marchas a pie. La población local guarda una importancia especial y su ayuda es muy valiosa, sobre todo en la identificación de la vegetación. Casi en cualquier parte de México es posible encontrar "botánicos naturales", que pueden ser elementos definitivos en cualquier trabajo.

### El Muestreo

El muestreo puede ser de diversos tipos: exploratorio o dinámico, este último obtenido a través de parcelas permanentes de muestreo y que sirve fundamentalmente para calcular diversos tipos de incrementos. A veces los muestreos que uno quisiera realizar se complican sino se conoce el tipo de distribución a que obedece la vegetación del área bajo estudio y ya sabemos que en los trópicos la estructura de la vegetación es sumamente compleja. A lo anterior se une la usual falta de caminos, por lo que no se puede pensar en un muestreo al azar, ya que la complicación principal es el control del muestreo.

Un muestreo selectivo o intencional podría dar resultado, especialmente si pensamos en que hicimos una buena fotointerpretación y un buen mapeo, pero es posible encontrar los mismos defectos y problemas que para el muestreo al azar.

De nuestra experiencia, bajo condiciones que obedecen a todo lo que hemos citado hasta ahora, nos inclinamos por un muestreo sistemático, localizando bloques de muestreo, utilizando sitios rectangulares localizados en fajas en forma continua. La localización de los bloques se hace sobre el mapa atendiendo fundamentalmente a la situación de las fuentes de agua y a los caminos disponibles. Trabajar con sitios circulares y de dimensiones variables es muy difícil y complicado en las selvas.

Cualquiera que sea el diseño de muestreo y las formas de registro que se utilicen, en las regiones tropicales es necesario dedicar mucho tiempo y esfuerzo físico para abrir la brecha de acceso, esto hace que las diferencias en tiempo utilizado entre varios tipos de diseño de muestreo realmente sean pequeñas, por lo cual la eficiencia debe

basarse fundamentalmente en los costos, en función del número de auxiliares que requiere cada sistema, y en la precisión obtenida.

En los registros de campo es importante diseñar formas especiales y anotar, por ejemplo, nombres comunes, diámetros (dap), alturas de "telchaks", alturas de fuste limpio, altura total y observaciones, ("sámagos", o sea fustes podridos en el centro o "acocoyado" (plagados). Otros datos pueden ser: daños por fuego, picas (chicle, hule), ramificaciones, daños por vientos, daños por quemaduras, etc. Datos importantes son los relativos a la regeneración natural de las selvas, considerando ésta, por ejemplo, como la constituida por todas las plantas con diámetros menores de 15 cm a la altura del pecho y alguna mínima de un metro. En plantas de menores dimensiones que las citadas es difícil distinguir las especies.

Igualmente conviene diseñar una tarjeta para llegar al cálculo electrónico de toda la información que nos interesa, sobre todo pensando en que nuestra fotointerpretación original es susceptible de múltiples correcciones.

### En Resumen

Finalmente, debemos enfatizar que los bloques de muestreo se pueden localizar al azar o sistemáticamente. El muestreo debe realizarse por fajas o por parcelas a lo largo de líneas. La intensidad de muestreo dependerá de varias circunstancias y no se pueden dar recomendaciones generales. La preferencia entre una localización al azar o sistemática de los bloques y de las unidades de muestreo dependerá de la importancia que se le dé a las consideraciones en conflicto: o estimamos mejor el error de muestreo o tenemos una ejecución correcta mediante un buen control de los trabajos. Fajas o parcelas de muestreo es otra consideración en conflicto, con ciertas ventajas que favorecen a las fajas.

Los procesos ecológicos son de naturaleza esencialmente dinámica y nos vemos obligados a pensar en utilizar sistemas o procesos de información rápidos y más veloces que los que hemos utilizado hasta ahora en las regiones tropicales. Ahora debemos pensar en imágenes de satélites, como sistemas de verificación de los cambios que sufre la vegetación forestal tropical. Igualmente, debemos pensar en modelos matemáticos para simular y predecir la dinámica de las selvas. Todo exige la utilización de computadoras y solo así podremos manejar grandes cantidades de datos y hacer mejores análisis de las selvas, mediante sus inventarios, evitando que esos análisis sean complicados, tediosos y tardados.



## Bibliografía

1. Clements, Frederick E. Dynamics of vegetation. The H.W. Wilson Co. New York. 1949.
2. De Rosayro, R.A. The application of aerial photography to stock mapping and inventories on an ecological basis in rain forest in Ceylon. *Emp. For. Rev.* 38. 1959.
3. Dillewijn, F.I. van. Key for the interpretation of vegetation types on aerial photographs in Northern Surinam, scale 1:40,000. Dienst's Landsbosbeheer Suriname, Paramaribo. 1957.
4. FAO. Inventario Forestal Nacional. Informe General. 1961-1964. Fondo Especial, UN. México. 1965.
5. Fosberg, F.R. What should we map? Méthodes de la Cartographie de la Vegetation. Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique. XCVII. C. N.R.S. París. 1961.
6. Francis, D.A. The use of aerial photographs in tropical forests. *Unasylva*, Vol. 11 No. 3. 1957.
7. Heinsdijk, Dammis. The upper story of tropical forests. *Tropical Woods* No. 107 y 108. Yale University. 1957-58.
8. Kinloch, J.B. Mapping vegetational types in British Honduras from aerial photographs. *Carib. Forester* 1-2. 1941.
9. Miranda, Faustino. Estudios acerca de la vegetación. in *Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento*. Cap. VI, Tomo 2º, I.M.R.N.R. México 1959.
10. Miranda, F. y Hernández X., E. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 28. México, 1963.
11. Nyssönen, Aarne. Las fotografías aéreas de los bosques tropicales. *Unasylva* Vol. 16 (1), Num. 64. 1962.
12. Swellengrebel, E.J.G. On the value of large scale aerial photographs in British Guiana forestry. *Emp. For. Rev.* 38. 1959.
13. Vázquez Soto, Jesús. Algunas observaciones sobre dasonomía tropical. *Bol. Divulg.* 13, I.N.I.F. - S.A.G. México. 1965.
14. Vázquez Soto, Jesús y López Suárez, Alberto. Informe preliminar del inventario piloto en bosque tropical, in Vol. II, Informe Técnico, Estudios Especiales, Inventario Forestal Nacional, S.A.G./F.A.O. México. 1965.
15. Vázquez Soto, Jesús. La delimitación de estratos forestales mediante la fotointerpretación en regiones tropicales. *Pub.* 4. S.F.F. - Inv. Nal. Ftal. México. 1968.
16. Vázquez Soto, Jesús. La ecología en los aprovechamientos forestales nacionales. A.N.C.F. Dasonomía Mexicana No. 3, Vol. 2. México. 1984.
17. Vázquez Soto, Jesús. El recurso forestal tropical. Análisis de los Recursos Forestales y Asociados en el Trópico y Subtrópico Mexicanos en Relación al Desarrollo Rural. Chetumal, Q. Roo. 1985.



**DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIO FORESTAL UTILIZADOS  
EN LA REGION TROPICO - HUMEDA DE MEXICO 1/**

Miguel Ruíz Altamirano 2/  
Arquímedes Gómez Domínguez 3/

**Resumen.**— En este trabajo se presenta un panorama general sobre las Selvas calido-húmedas de México y de las condiciones en que se desarrollan los inventarios forestales. Se describen algunos tipos de inventario forestal recientes y se hacen algunas consideraciones sobre ellos.

**Abstract.**— In this paper is presented a general review of the tropical rain forests of Mexico and the present conditions in which forest inventories are involved. A brief description is made upon recent forest inventories, including some general considerations about them.

## INTRODUCCION

Las selvas comerciales de México se ubican fundamentalmente en la zona sureste del país, por lo que es precisamente aquí en donde se obtiene prácticamente la totalidad de la producción forestal y se encuentra instalada casi toda la industria de transformación.

Diversos factores de índole económico, político y social, se conjugan para conformar una problemática muy particular, caracterizada por una fuerte dinámica de cambio de uso del suelo, una degradación de las selvas, una marginación de los campesinos del proceso productivo, una industria que enfrenta problemas de abastecimiento y en general, una baja producción y productividad forestal.

La Transformación de las selvas en áreas agropecuarias, la desaparición gradual de las especies comerciales, la escasez de renuevo de las especies "preciosas", el poco éxito de las plantaciones, la necesidad de abastecer a la industria establecida y la urgencia de incrementar el nivel de vida de los campesinos, son algunos de los problemas que requieren de datos adecuados para obtener alternativas de manejo forestal.

Los inventarios forestales actuales no dan respuestas adecuadas a muchas de las interrogantes; es más, la crisis económica por la que atraviesa el país ha limitado el desarrollo de éstos y en algunos casos ha propiciado una regresión de los procesos.

1/ Trabajo presentado en el evento internacional denominado "Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics", celebrado en Chetumal, Quintana Roo. México, del 23 al 31 de enero de 1987.

2/ Jefe del Departamento de Normas de Inventarios de la Dirección General de Normatividad Forestal.

3/ Investigador del Centro de Investigaciones del Trópico - Húmedo perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.

## LAS SELVAS MEXICANAS

La República Mexicana tiene una superficie de aproximadamente 196.6 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente el 73% puede considerarse de tipo forestal. Los bosques de tipo comercial comprenden una superficie de 38.9 millones de hectáreas (27% del área forestal) y de éstos, las selvas abarcan 11.4 millones, esto es, el 29.3%. Incluyendo la vegetación de tipo no comercial (selvas bajas y chaparrales de tipo subtropical) las selvas llegan a representar el 25.8% de la superficie forestal total (Inventario Nacional Forestal, 1986). Cuadro No. 1.

SUPERFICIE FORESTAL TOTAL = 143.6					
BOSQUE COMERCIAL	SELVA COMERCIAL		SELVA NO COMERCIAL		TOTAL SELVA
	SELVA ALTA	SELVA MEDIANA	SELVA BAJA	CHAPARRAL	
	2.1	9.3	17.9	7.8	37.1
27.5	11.4		25.7		
TOTAL ARBOLADO COMERCIAL.		38.9			

CUADRO 1.- SUPERFICIE (EN MILLONES DE HA) OCUPADAS POR LAS SELVAS CALIDO-HUMEDAS DE MEXICO.

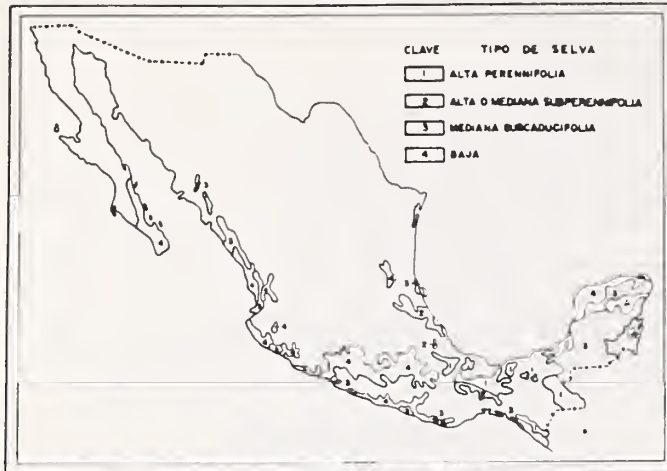
FUENTE: SUBDIRECCIÓN DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. DATOS 1986.

## Ubicación y Distribución

Las selvas se distribuyen en las zonas costeras del Golfo y del Pacífico, en la Península de Yucatán, en la zona Lacandona, en la zona de Uxpanapa y los Chimalapas, en las Cuencas del Balsas y Papaloapan, en la región de las Huastecas, en la Depresión Central de Chiapas y otras de menor extensión e importancia. (mapa 1)

La selva alta y mediana perennifolia se localiza en la selva Lacandona de Chiapas y en las regiones de Uxpanapa y los Chimalapas en Veracruz y Oaxaca-

FIG 1.- DISTRIBUCION DE LOS DISTINTOS TIPOS DE BOSQUE TROPICAL



(las reservas más importantes desde el punto de -- vista ecológico y económico). Otras áreas de menor importancia donde se puede encontrar son: 1) - La Sierra del Soconusco (chiapas), 2) La región de los Tuxtlas (Veracruz) y en el centro del Estado de Veracruz (12).

La Selva mediana subperennifolia se encuentra en -- los suelos calizos de la Península de Yucatán y -- abarcan gran parte de los estados de Yucatán, Ta-- basco, Campeche y Quintana Roo, siendo los dos últimos los más importantes desde el punto de vista comercial. Otras áreas de menor extensión e importancia con este tipo de vegetación son: La región de la Huasteca (Hidalgo, San Luis Potosí y Vera-- cruz) y 2) La sierra de Zongólica (Veracruz) y Juárez (Oaxaca) (12).

Finalmente, la selva baja caducifolia presenta una amplia distribución, pudiéndola encontrar en la región de las Huastecas, en la parte sur del Estado de Tamaulipas, en el extremo norte de la Península de Yucatán, en la Depresión Central de Chiapas, en la Cuenca del río Balsas y a todo lo largo de la costa del Pacífico (12).

#### La Producción Maderable Tropical

A pesar de que las selvas de tipo comercial representan más de la tercera parte de los bosques comerciales, el valor de la producción maderable de las mismas, apenas representa el 8% del valor total de la madera producida (cuadro 2) y ésta a su vez, solo el 6% del total de madera obtenida (cuadro 3).

El aprovechamiento de las selvas se concentra en la Península de Yucatán (particularmente en los estados de Quintana Roo y Campeche), Selva Lacandona y en la zona de Uxpanapa, donde se produce prácticamente el 90% de toda la madera tropical (cuadro 4). Por otra parte, aún cuando la propiedad ejidal y comunal es dominante, la producción en este tipo de tenencia apenas es del 50% de la total -- (cuadro 5). La producción de las llamadas "Corrientes Tropicales" está actualmente en proporción de 4:1.

	TEMPERADO - FRIO		TROPICAL		
	VALOR	%	VALOR	%	
CONIFERAS	45 891	87	1 358	3	PRECIOSAS TROPICALES
ENCINO	2 024	4	2 341	5	CORRIENTES TROPICALES
OTRAS LATIFOLIADAS	558	1			
	48 473	92	3 699	8	
	52 172				

CUADRO 1.- VALOR DE LA PRODUCCION FORESTAL MADERABLE DE MEXICO EN 1984 (EN MILLONES DE PESOS).

CUADRO ESTRUCTURADO EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN "CIFRAS ESTADÍSTICAS DE LA PRODUCCION FORESTAL, SARH, 1984".

	TEMPERADO - FRIO		TROPICAL		
	VOLUMEN	%	VOLUMEN	%	
CONIFERAS	8 145	86	117	1	PRECIOSAS TROPICALES
ENCINO	537	6	458	5	CORRIENTES TROPICALES
OTRAS LATIFOLIADAS	178				
	8 860	94	575	6	
	9 435				

CUADRO 2.- PRODUCCION MADERABLE DE MEXICO EN 1984 (EN MILES DE M<sup>3</sup> ROLLO)

CUADRO ESTRUCTURADO EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN "CIFRAS ESTADÍSTICAS DE LA PRODUCCION FORESTAL, SARH, 1984".

#### El Deterioro de las Selvas

Las selvas mexicanas han sido perturbadas con diferente intensidad por el hombre y la naturaleza a través del cambio de uso del suelo, el aprovechamiento forestal, la actividad petrolera, la presencia de meteoros y la incidencia de plagas y enfermedades.

El cambio de uso del suelo es el factor de mayor perturbación, el cual tiene su origen en la tradición agrícola maya. La deforestación se ha acelerado con el incremento poblacional y con las "colonizaciones" de las zonas tropicales, como la efectuada en el sur de Yucatán (1) y mediante la creación del Distrito de Drenaje de Uxpanapa en el cual se reubicaron a los pobladores del área donde se construyó la presa "Cerro de Oro" (2,3,5,9).

La explotación selectiva de especies "preciosas" -- desde el principio de siglo a la fecha, aunado a la escasez de regeneración y a la conservación de especies útiles como el ramón (*Brosimum alicastrum*) y el Chicozapote (*Manilkara zapota*), ha alterado el equilibrio biológico y disminuido alarmantemente la proporción entre especies comerciales y no comerciales.



	Z O N A			TOTAL
	SURESTE	PACIFICO	CENTRO	
PRECIOSAS TROPICALES	108	5	3	117
CORRIENTES TROPICALES	412	45	1	458
T O T A L	520	50	4	575
%	90	9	1	

CUADRO 3.- PRODUCCION MADERABLE ( EN MILES DE M<sup>3</sup> BOLLO ) EN LAS ZONAS TROPICALES.

CUADRO ESTRUCTURADO EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN "CIFRAS ESTADISTICAS DE LA PRODUCCION FORESTAL. SARH. 1984".

La industria petrolera también ha perturbado y contaminado áreas importantes de selvas al perforar pozos, instalar ductos, crear drenes de derrame, - fozos de incineración, quema de gases y obras de - infraestructura, especialmente la ubicada en el su - reste del país.

Las plagas, enfermedades e incendios normalmente - son una consecuencia de las alteraciones provoca-- das por los factores mencionados anteriormente. Los meteoros aunque provocan daños en la selva le - permiten renovarse e incrementar la producción de - especies preciosas (casos del ciclón "Janet").

#### El Reto de los Inventarios Forestales

Actualmente se llevan a cabo en el país inventa--- rios de selvas con diferentes propósitos y nive--- les, entre los cuales destacan desde el punto de - vista forestal los de tipo maderable, como el inven - tario nacional forestal y los inventarios de mane - jo.

La situación económica por la que atraviesa el -- país, ha afectado negativamente el desarrollo de - los inventarios forestales. El efecto causado por la crisis se puede observar en las áreas adminis-- trativas, social y técnica.

Las reducciones presupuestales, el adelgazamiento de estructuras y los cambios de adscripción de algunas áreas de gobierno, ha propiciado la dispersión del personal técnico y equipo de medición forestal, fotogramétrico y de procesamiento de da-- tos, así como la transferencia de funciones; la -- falta de dinero impide la contratación de especialistas, reduce al mínimo la compra de equipo y materiales y limita mucho las contrataciones de vuel - los fotográficos. Lo anterior puede aplicarse casi totalmente a la ahora Subdirección del Inventar - io Forestal.

Lo anterior afecta también a las paraestatales que realizan inventarios a nivel de manejo y ahoga a - las Empresas de Servicio al reducirse al mínimo -- los contratos del Gobierno para este propósito. La tendencia de que sean los campesinos quienes -- realicen sus propios inventarios con la asistencia

técnica de las autoridades forestales, es un proce - so que requerirá mucho tiempo y que en este momento es incompleto y caro.

La falta de datos para realizar una adecuada pla-- neación del desarrollo forestal estatal y nacional, la imperiosa necesidad de aumentar el nivel de vi - da de los pobladores de las selvas, el abastecer a la industria establecida y otros muchos problemas, constituyen el marco de necesidades de manejo fo-- restal.

El país seguirá requiriendo más y mejores inventa - rios forestales para establecer políticas cada vez más adecuadas para impulsar el desarrollo fores--- tal, así como para diseñar planes de manejo y orde - nación del aprovechamiento forestal. El desafío - actual consiste en desarrollar sistemas de inventa - rio forestal acordes con la realidad económica y - social del país, que resuelvan más eficazmente los problemas de manejo a todos los niveles.

#### LOS SISTEMAS DE INVENTARIO UTILIZADOS EN LA RE - GION TROPICO - HUMEDO DE MEXICO.

##### El Inventario Forestal Estatal

El inventario de las selvas del país ha concluido - desde hace aproximadamente 10 años, por lo que sus datos requieren ser actualizados. Para los esta-- dos de Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Chiapas y Yucatán, se han utilizado diseños de muestreo alea - torios o sistemáticos post-estratificados, en base a cuadros de muestreo de 6.25 a 625 ha de superfie - cie (rara vez en conglomerados); en equidistancia - entre cuadros de 1,500 m a 12,500 m; dentro de ca - da cuadro se ubican 5 fajas rectangulares de 20 m - de ancho con superficies que varían de 2 a 5 ha; - cada faja se divide a su vez en sitios rectangula - res continuos de 1000 m<sup>2</sup> y estos a su vez en dos - subsitios de 250 m<sup>2</sup> y 100 m<sup>2</sup> en los que se regis-- el arbolado de categorías diamétricas de 30 cm en - adelante, el arbolado de categorías de 15, 20 y -- 25 cm y datos del renuevo y medio ambiente, respec - tivamente en cada uno de ellos; se aplicaron inten - sidades de muestreo del 0.010% al 0.400%. La va - rriación del tamaño, número y espaciamiento de los - cuadros dependió de la calidad y cantidad de las - selvas, del acceso a ellas y de los recursos dispo - nibles (figura 2).

Para estas entidades se elaboraron 76 tablas de vo - lúmenes (exceptuando las de Oaxaca y Veracruz) a - partir de 12,012 árboles muestra, de los que se -- obtuvieron los datos con dendrómetro. Se elabora - ron tablas individuales para las especies precio-- sas y para agrupaciones de otras especies. Estas - tablas proporcionan la estimación del fuste total y fuste limpio.

Se elaboraron también, 198 mapas forestales a esca - la 1:100,000, utilizando fotos aéreas pancromáti-- cas blanco y negro a escalas medias de 1:50,000 a 1:80,000. Posteriormente cartas del mismo tema, - elaboradas por otras dependencias e imágenes de -- satélite amplificadas a escala 1:250,000, fueron - utilizadas en pequeñas áreas sin cobertura fotográ - fica, estos dos últimos apoyos se utilizaron en -- años más recientes, al reducirse los recursos eco -



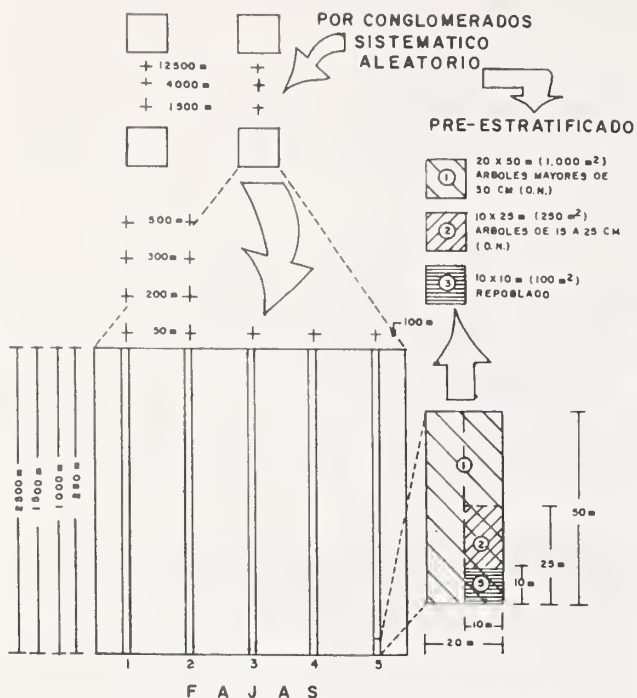


FIGURA 2. - CARACTERÍSTICAS DE LOS DISEÑOS DE MUESTREO UTILIZADO EN LOS INVENTARIOS FORESTALES DE LA REGIÓN CALDO-HÚMEDO DE MÉXICO.

nomicos.

Estos tipos de inventario generan resultados por estado, zona y municipio, de las superficies, número de árboles y existencias volumétricas por tipo de vegetación (6,8,8,14,15,16).

### El Inventario Forestal de Manejo

Los inventarios a nivel de manejo se llevaron a cabo en forma rudimentaria, desde antes de iniciarse el inventario nacional forestal (18), aunque cobraron auge a partir del desarrollo de metodologías por parte de éste último. Este tipo de inventarios son realizados por las empresas forestales (dentro de sus áreas concesionadas), por las Unidades de Administración Forestal en los estados, por compañías de servicio, por los dueños de predios particulares y últimamente, por las uniones de ejidos (Plan piloto Forestal). Para tener una idea del funcionamiento de estos sistemas, se describirán los realizados recientemente en las selvas de Quintana Roo, zona Lacandona y Uxpanapa.

El inventario de la Selva Lacandona (1.25 millones de hectáreas aproximadamente) fué llevado a cabo por la empresa "Triplay de Palenque" con el apoyo de una empresa de servicio; el de Uxpanapa (262,000 ha) por la (ex) Dirección del Inventario Nacional Forestal y los de Quintana Roo. (308,000 ha), por los propios ejidatarios con asesoría técnica del Plan Piloto Forestal (1,4,5,13).

En la selva Lacandona se utilizó un esquema de muestreo autodefinido como "dirigido pre-estratificado" (4), en el que el mapa forestal sirvió de

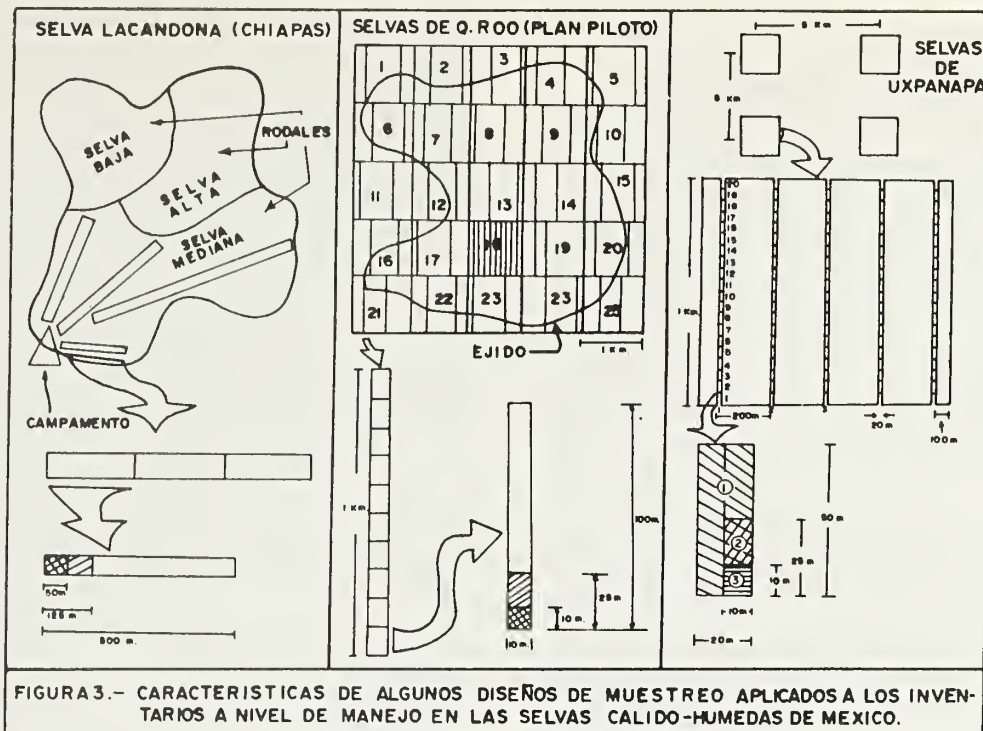
apoyo para seleccionar rodales accesibles, los cuales se agruparon después en función de las vías de acceso; en cada grupo de rodales se instaló un campamento central (alimentador) del cual partieron fajas (de 20 m de ancho) de área y rumbo variables (según tamaño, forma y acceso del rodal); cada faja integró un número variable de sitios rectangulares continuos de 10,000 m², 2,500 m² y 1,000 m² en el que se registraron los datos con un criterio similar al aplicado a nivel nacional (figura 3). El mapa forestal (1:50,000) se elaboró por métodos fotogramétricos en base a fotos aéreas a escala media 1:20,000 y se obtuvieron 21 tablas de volúmenes en base a 8,252 árboles muestra cuyas trozas fueron medidas directamente sobre los árboles en pie.

En el inventario de las selvas de Uxpanapa, aparte del propósito maderable, se definió un objetivo enfocado a caracterizar áreas propicias al cambio de uso del suelo (5). Para la captura de datos se utilizó un diseño de muestreo sistemático post-estratificado en base a cuadros, fajas y sitios, de la misma manera que en el inventario a nivel nacional. La intensidad de muestreo aplicada fué del 0.30% la cual es inferior a la del inventario anterior (0.59%). (figura 3). Se elaboraron 14 tablas de volúmenes para estimar fuste limpio (a nivel específico y por grupos de especies), en base a 564 árboles muestra medidas con dendrómetro. El mapa forestal a escala 1:50,000 para el Distrito de Uxpanapa se elaboró en base a la misma metodología que se aplicó al inventario nacional forestal, describiendo las características a mayor detalle.

Las uniones de ejidos del Plan Piloto Forestal (25 ejidos) en el sur y centro del estado de Quintana Roo, se realizan inventarios cuyo propósito primordial es obtener datos para calcular la corta permisible y para enriquecer las masas forestales (1,13). El inventario se apoya en una retícula con cuadros de 1 km² (1000 X 1000 m) trabajándose cada predio por separado (unidad de manejo); cada cuadro se divide en 10 fajas de 1 ha (10 X 1000 m), de las que se seleccionan aleatoriamente 2 de ellas, las cuales se dividieron cada una en 10 sitios rectangulares continuos de 1000 m² y éstos en dos subsitios de 250 m² y 1000 m². (figura 3). Se aplican aquí intensidades de muestreo altas (2%). Para estimar el volumen por sitio utilizan las tablas de volúmenes elaboradas anteriormente por la empresa Maderas Industrializadas de Quintana Roo. (zona centro) o bien emplean algunos árboles muestra para ajustar los valores de la misma tabla (zona sur). El Plan Piloto lleva operando 4 años en la parte sur del estado y solamente 2 en la parte central.

### El Sistema de Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS)

Este sistema surgió en el (ex) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) en base a la necesidad de diseñar técnicas silvícolas y planes de manejo forestal acordes con las características propias de cada tipo de bosque. Mediante los SPIS se pretende conocer la composición, la estructura y la dinámica de los distintos ecosistemas forestales. En las selvas se han implantado 18 SPIS en etapas sucesionales diferentes; 8 de ellos en el



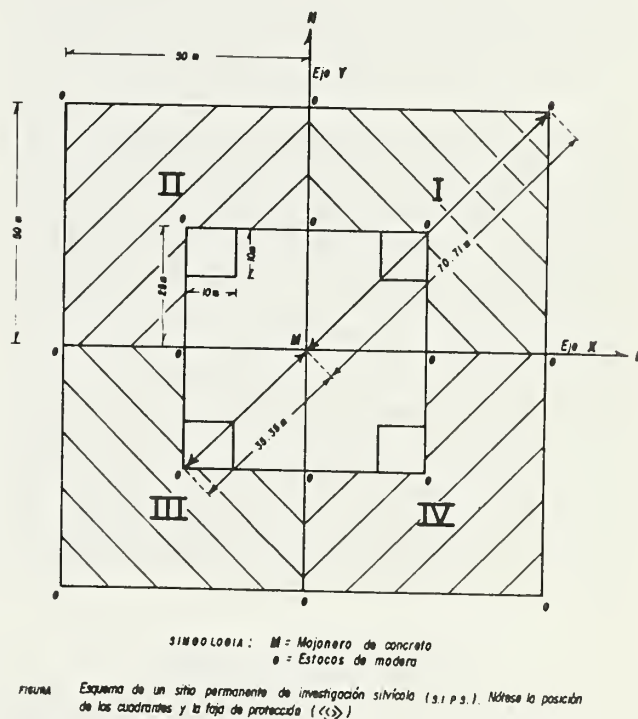
	TIPO DE PROPIEDAD			TOTAL
	PARTICULAR	EJIDAL/COMUNAL	NACIONAL	
PRECIOSAS TROPICALES	29	85	3	117
CORRIENTES TROPICALES	216	241	1	458
TOTAL	245	326	4	575
%	43	56	1	

CUADRO 4.- PRODUCCIÓN MADERABLE (EN MILES DE M<sup>3</sup> ROLLO) POR TIPO DE PROPIEDAD FORESTAL EN LAS ZONAS TROPICALES

CUADRO ESTRUCTURADO EN BASE A DATOS CONTENIDOS EN "CIFRAS ESTADÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN FORESTAL. SARH. 1984".

Campo Experimental (CEF) "El Tormento" y 1 en el CEF "San Felipe Bacalar, del INIF. El SPIS es una estructura compleja que consiste de un cuadro de 1 ha (100 m X 100 m), el cual se divide en 5 cuadros de 2,500 m<sup>2</sup> (50 m X 50 m), en donde uno de ellos (el central) queda sobrepuesto a los demás, quedando a su vez dividido en otros 4 cuadros de 625 m<sup>2</sup> (25 X 25 m); cada uno de estos últimos tienen en su esquina no común, un cuadro de 100 m<sup>2</sup> (10 m X 10 m) en cuyo centro hay una trampa para captar materia orgánica (figura 4).

En el cuadro de 2,500 m<sup>2</sup> se registran datos del tipo siguiente: 1) dendrométricos y epidométricos, para el arbolado de más de 7.6 cm de diámetro a la altura del pecho (tomados solamente en el área de superposición con el cuadro central), 2) de suelo y 3) de perturbación; en el sitio de 100 m<sup>2</sup> se registran datos de: 1) renuevo, 2) plagas y enfer-



medades, 3) plantas (no arbóreas) y 4) datos del medio ambiente. Para dar una idea del detalle y precisión de los datos, es necesario mencionar que en cada SPIS (Sitios Permanentes de Investigación Silvícola) se hace un perfil de suelo y se hacen colectas para identificar insectos y plantas; los datos del arbolado se toman con bastante cuidado (10). Los datos se encuentran en la fase de procesamiento y aún cuando hay resultados parciales, no se tiene conocimiento de la obten-



ción de un sistema de manejo para las selvas.

### El Inventario de Especies no Maderables

Algunas especies no maderables que vegetan en las selvas, como el barbasco (*Dioscorea* spp.), la palma camedor (*Chamaedorea* spp.) y otras, tienen cierta importancia a nivel comercial dado que aportan sustancias de aplicación industrial, medicinal o bien, como en el caso de palma camedor, en la aplicación de arreglos florales. Estas dos especies y otras de menor valor económico, tradicionalmente han sido aprovechadas por los campesinos, normalmente sin aplicar métodos de manejo a las mismas. Las autoridades forestales ante la necesidad de ordenar el aprovechamiento, han creído conveniente solicitar la elaboración de estudios técnicos apoyados en inventarios forestales de dichas especies.

Sin embargo, el inventario de especies no maderables plantea una serie de problemas entre los cuales se puede citar los siguientes: 1) no se conoce con certeza las condiciones específicas de desarrollo de la mayoría de las especies útiles, de modo que se desconoce su distribución estricta, 2) el cambio de uso del suelo y el continuo aprovechamiento de dichas especies, además de variar sus poblaciones, las desplazan hacia las áreas de mayor marginación, 3) la mayoría de las especies presentan estructuras que son difíciles de medir (hojas, tallos, flores, frutos, ramas, rizomas), 4) en algunos casos (barbasco), la variable que se desea evaluar, parece no tener correlación con otras variables independientes, 5) Se desconoce su ritmo de crecimiento, 6) no existen metodologías adecuadas de inventario y 7) un inventario formal resultaría caro en relación al beneficio obtenido. Actualmente se requiere conocer la distribución precisa de las poblaciones existentes de barbasco, palma camedor, cascabelote (*Caesalpinia Coriaria*), tepescohuite (*Mimosa Tenuifolia*) y de otras especies, así como su abundancia y el potencial productivo del elemento de interés (rizoma, corteza, frutos, etc). Los esfuerzos de las autoridades forestales estatales por lograr lo anterior han redundado en algunos intentos de inventario forestal en los que se aplica un método de muestreo similar al utilizado en los inventarios maderables (cuadros, con fajas y sitios rectangulares establecidos en forma sistemática) a partir del cual se miden las variables de interés, estimándose a partir del análisis de las mismas la posibilidad del producto a obtener (11).

### CONSIDERACIONES FINALES

Los inventarios forestales tropicales reflejan de alguna manera el proceso de desarrollo socio-económico del país. El inventario forestal a nivel nacional (estatal), surgió (como una Dirección General) en una época relativamente adecuada y asume el liderazgo en el país; sin embargo, la estructura sufre un deterioro gradual con la llegada de la crisis económica, hasta reducirse actualmente, a una estructura normativa. El inventario a nivel de manejo adopta y adapta las metodologías desarrolladas por el inventario nacional forestal (INF), alcanzando su mejor exponente en las (ex) Unidades de Explotación Forestal (áreas boscosas concesiona-

das a las industrias) y posteriormente, ya en menor grado, en las Unidades de Administración Forestal; la necesidad de hacer partícipe a los ejidatarios de los beneficios de los bosques, de transformarlos en silviculturas y de cambiar los sistemas de manejo y aprovechamiento forestal, --dió surgimiento al Plan Piloto Forestal, el cual da otra orientación al inventario de manejo haciendo partícipes de esta actividad a los campesinos. Los inventarios de especies no maderables apenas empiezan a desarrollarse, pero tienden a adaptar también metodologías del INF, a las características muy particulares de este tipo de evaluación. Finalmente, el sistema de SPIS al desarrollarse dentro del ambiente de investigación y buscar respuestas a interrogantes que los demás inventarios no han encontrado, define su propia directriz.

Las metodologías utilizadas en los inventarios forestales tropicales tuvieron un rápido desarrollo inicial (primeras etapas de desarrollo del INF), pero con el transcurso del tiempo han sufrido un estancamiento. El INF al no ser ahora operativo, deja de ser un generador de metodologías. Las adecuaciones a la metodología desarrollada por el INF para su aplicación a los inventarios de manejo, han obedecido a ajustes de tipo económico (caso de la Selva Lacandona) y social (caso del Plan Piloto Forestal), más que constituir avances de tipo metodológico.

Por otro lado, los datos de los inventarios forestales actuales aparentemente no tienen aplicación en la solución de los problemas reales de manejo forestal. Así por ejemplo, el INF no ha actualizado toda la información a pesar del fuerte impacto al recurso por el cambio de uso del suelo y de estructuras de las selvas y por tanto, tienen poca utilidad en la toma de decisiones para establecer planes estatales de desarrollo forestal y para planear inventarios a otros niveles. Aún cuando el inventario forestal a nivel de manejo aporta datos sobre el renuevo y el medio ambiente solamente son utilizables aquellos que permiten calcular la corta permisible y en base a ésta lograr la autorización de un permiso de aprovechamiento forestal; los problemas relativos al enriquecimiento de masas e intervenciones para mejorar calidad de arbolado, pocas veces deciden en base a los datos del inventario, si es que se llevan a cabo. En los no maderables, la situación es aún más confusa e incierta. El sistema SPIS aún no reporta resultados contundentes, pero posiblemente genere sistemas que requieran adecuarse a una situación compleja dentro del ámbito de las explotaciones forestales tropicales.

Las condiciones que imperan hoy día en el país, exigen que los inventarios forestales que se llevan a cabo en las selvas, debieran integrarse en un sistema global bien articulado, que se constituya de subsistemas que interactúen entre sí y --que sean mutuamente dependientes; un sistema con un diseño de muestreo y clasificaciones de vegetación de uso común y respuesta múltiple; un sistema que permita la obtención de tablas precisas de volúmenes y de rendimiento (para no maderables), tanto a nivel estatal como local y paquetes generales de procesamiento de datos. Este sistema debería orientarse a producir datos de una precisión



adecuada que permitieran resolver los problemas de manejo a diferentes niveles, así como contemplar - la actualización continua de los datos. Las metodologías deberían ser simples con objeto de que el sistema fuese rápido y fácilmente operable. Solamente en base a un esquema general de este tipo, - se podría llegar a resolver la problemática que - plantean el desarrollo de los inventarios forestales de las selvas de México, dadas las características socio-económicas actuales.

### BIBLIOGRAFIA

1. ARGUELLEZ, S.L.A. y ALVAREZ, A.A. 1986. Informe Técnico de Comisión al Plan Piloto Forestal del Sur de Quintana Roo. INIFAP. CEF. San Felipe Bacalar. México. Mimeógrafo. 21 p.
2. COMISION DEL PAPALOAPAN. 1975. Reconocimiento Agrológico para el Desarrollo Agropecuario de Uxpanapa, Ver. SRH. Estudio y Proyectos, S.A. México, D.F.
3. COMISION DEL PAPALOAPAN. 1975. Resultado del Estudio de Clasificación de la Capacidad de - Uso de los Suelos. Lineamientos Generales para el Manejo Agropecuario del Area y Determinación de Grupos de Vegetación para Desmonte. SRH. Estudios y Proyectos S.A. México D.F.
4. CUEVAS, L.A. et. al. 1981. Estudio dasonómico Selva Lacandona, Chiapas. Tomo 1. Triplay de Palenque, S.A. Chiapas, México.
5. FIDEICOMISO PARA EL APROVECHAMIENTO DE MADERA UTILIZABLE EN UXPANAPA. 1980. Estudio Dasonómico del Distrito de Drenaje de Uxpanapa, Estados de Oaxaca y Veracruz. Vol. I Memoria, - Tomo I. SARH. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. México, D.F. 92 p.
6. DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1976. Inventario Forestal del Estado de Chiapas. Publ. Esp. No. 34. SAG. SFF. INF. México, D.F. 85 p.
7. DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1969. Inventario Forestal del Territorio de Quintana Roo. (zona Felipe Carrillo - Puerto - Chunjucub). Publ. No. 12 SAG. SFF. - INF. México, D.F. 49 p.
8. DIRECCION GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL. 1976. Inventario Forestal del Estado de Quintana Roo. Publ. Esp. No. 41 SAG. SFF. - INF. México, D.F. 56 p.
9. MARTINEZ, M.F. et. al. 1975. Plan Regulador de Desarrollo Agropecuario y Forestal en la - Región de Uxpanapa, SAG. SFF. INIF. México, - D.F.
10. MANZANILLA, B.H. 1980. Los Sitios Permanentes de Investigación Silvícola del INIF. Inédito. Guadalajara, México. 39 p.
11. MARTINEZ, R.E.A. y ALVAREZ, S.L.R. 1984. Estudio Dasonómico-Fotogramétrico que se elabora para Regir los Aprovechamientos Forestales -- Renovables no Maderables de hoja en verde para Chamaedora spp. de la Propiedad Particular -- "Linda Vista", Municipio de Villa de Corzo, Estado de Chiapas. Servicio Técnico Forestal de Chiapas, S.C. Unidad de Administración Forestal No. III "Sierra Madre". Mimeógrafo. 71 p.
12. PENNINGTON, T.D. y SARUKHAN, K.J. 1968. Manual para la Identificación de Campo de los Principales Arboles Tropicales de México. FAO-SAG. INIF. México. 413. p.
13. RUIZ, A.M. 1986. Informe de Comisión Conferida al C. Ing. Miguel Ruíz Altamirano al Sureste - de la República. Mimeógrafo. México, D.F. 12 p.
14. SARH. 1985. Inventario Forestal del Estado de Campeche. Publ. Esp. No. 56. INIF. México D.- F. 90 p.
15. SARH. 1985. INVENTARIO FORESTAL DEL ESTADO DE TABASCO. Publ. Esp. No. 54. INIF. México, D.- F. 86 p.
16. SARH. 1985. INVENTARIO FORESTAL DEL ESTADO DE YUCATAN. Publ. Esp. No. 55. INIF. México, D.- F. 94 p.
17. SARUKHAN, K.J. 1986. REQUERIMIENTOS DE INFORMACION DE LOS INVENTARIOS PARA SELVAS. En: Memorias del Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales. SARH. SFF. INIF. Publ. Esp. - No. 45. México, D.F. 164-171. pp.
18. VERUETTE F.J. 1984. DESARROLLO HISTORICO DE - LOS INVENTARIOS FORESTALES EN MEXICO. En: Memorias del Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales. SARH. SFF. INIF. Publ. Esp. - No. 45. México, D.F. 3-11. pp.

Abstract--Multi-resource forest inventories are now being used in Hawaii to collect a wide range of natural resource data. The inventory system involves two stage sampling with aerial photographs and permanent field points. A multi-resource inventory approach can be an important first step for effective tropical forest management and land use planning.

Abstracto--Un inventario de recursos multiples de forestal se esta usado ahora en Hawaii para obtener un alcance diverso de datos recursos naturales. El sistema inventario utiliza dos etapas de probando con fotos aereos y puntos terrenos permanentes. Un enfoque inventario de recurso multiple puede ser una primera gestion importante para manejo efectivo de forestal tropico.

## Introduction

From a vague concept 10 years ago, multi-resource forest inventories have now become an accepted practice. Rather than promote the advantages of multi-resource inventories or elaborate in detail on plot procedures and measurements, I hope to show the evolution of the multi-resource forest inventory (MRI) in Hawaii by addressing the following questions--What are the natural resources of Hawaii and how have they been affected by past land use? What are the current forest land use expectations and conflicts today? How was the Hawaii multi-resource inventory designed to collect pertinent data? Are there general concepts or even specific measurement techniques used in Hawaii that can be applied to other areas?

I hope this approach will be useful in that other conference participants can reflect upon their own country's forestry/land use situations and see how multi-resource forest inventories may or may not be applicable. Although Hawaii is not a developing country, many of our inventory procedures have been used in developing Pacific island nations. Although Hawaii is small in land area, it contains the full range of tropical ecosystems found throughout the world. It also has problems such as watershed protection and endangered flora and fauna that are shared by all countries.

## The Hawaiian Islands

The Hawaiian Islands are one of the most isolated islands chains in the world (fig. 1), extending 2,400 km northwest to southeast, from 28 degrees N to 18 degrees N latitude, in the Pacific Ocean. The main Hawaiian Islands can be described as the summits of volcanic mountains that arose from the bottom of the sea (fig. 2).

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Michael G. Buck is a Resource Evaluation Forester with the Hawaii Division of Forestry & Wildlife, Honolulu, HI.



Figure 1--Location of Hawaii in a global perspective.



Figure 2--Hawaiian Island chain.

The mountainous nature of Hawaii is indicated by the fact that 50 percent of its land area of 16,700 square km lies above 600 m. The maximum elevation is 4,206 m on the island of Hawaii.

While the average annual rainfall of the state as a whole is about 1,880 mm, variation from place to place is extreme. Rainfall gradients are steep, exceeding 1,000 mm per km in many places. On the leeward coast of Hawaii the average rainfall is 170 mm; at Mount Wai'ale'ale, on Kaua'i, it is 12,350 mm and has exceeded 15.2 m.

The soils in the Hawaiian Islands have developed from volcanic ash and basaltic lava



under a wide range of climatic conditions but can be closely related to similar soil types elsewhere in the tropics.

Because of the large land area and topographic diversity of the Hawaiian Islands, they have a much larger flora than other isolated oceanic islands. Hawaii has about 1,700 species of vascular plants, estimated to derive from about 350 original plant immigrants (5). About 90 percent of the species and 19 percent of genera are endemic, found only in the Hawaiian archipelago and nowhere else in the world.

The wild vegetation on the leeward lowlands consists mostly of introduced plants in a grassland or savanna formation. The important trees are members of the Leguminosae, Prosopis pallida and Leucaena leucocephala. Open seasonal evergreen scrub and forest occur above this lowland vegetation on the leeward side. The few well-preserved pockets of native vegetation are taxonomically rich with at least twenty native tree species. However, most of these areas have been disturbed and are dominated by exotic trees such as Psidium guajava, Schinus terebintifolius, and Eugenia cumini.

In the montane environment, evergreen rain forest predominates, with Myrtaceae (Metrosideros spp. also the introduced taxa Eugenia spp. and Psidium spp.) and native tree ferns (Cibotium spp.). The native tree legume Acacia koa prevails locally in stands in the submontane part of the rain forest zone. The wettest parts of the rain forest zone contain bogs on gentle slopes with poor drainage and are dominated by dwarf forms of the Metrosideros tree and Cheirodendron spp.

On the two higher-mountain islands, Maui (3,055 m) and Hawaii (4,206 m), the rain forest vegetation is replaced upward (at about 1,700 m) by mountain parkland or savanna. There, native legume trees (Acacia koa and Sophora chrysophylla) are important. Above this occurs subalpine open forest and scrub, followed by alpine scrub, and finally an alpine tundra on the highest peaks.

#### Historic Use of the Hawaiian Forest

When the first Polynesian settlers arrived in Hawaii more than 1,000 years ago, they found rich and undisturbed forest areas. Although they brought with them 25 species of plants for food and medicinal use, they quickly learned about and exploited the forest resources for clothing, medicine, shelter, and transportation. There is no evidence to show that this use caused any deterioration of the montane forest resource, but certain lowland forest areas were cleared for agriculture.

The advent of the white man in Hawaii was accompanied by two factors which played a prominent role in the deterioration of the native Hawaiian forest. First, it was discovered that the oily heartwood of the sandalwood tree (Santalum spp.) had a market value, and sandalwood became the islands' first cash crop.

Second, in 1794, the first cattle were introduced to the islands. The damage to the forest brought by the sandalwood trade was substantial but insignificant in comparison to the damage wrought by cattle and other feral animals who multiplied in numbers and spread throughout the forest.

In addition, thousands of acres of forest were also cleared for sugar plantations. In the late 1890's the sugar industry and urban population of Hawaii realized that their abundant supply of high quality water was being threatened by the destruction of the forested mountain watersheds. A government forestry organization was set up in 1903, largely supported by the private sugar industry. It was the first government forestry organization in the United States, predating the USDA Forest Service by 2 years. Early forestry work in Hawaii entailed establishment of forest reserves, fencing, and elimination of damaging feral animals. Today, there are approximately 490,000 ha in the forest reserve system.

#### Current Forest Use Expectations and Conflicts

The primary and essential resource expected from the Hawaiian forest is water. The bulk of the water is obtained from underground aquifers which are recharged by subsurface flow from the forested watersheds. In certain areas, forest watersheds in the vicinity of high population centers such as Honolulu, are totally restricted from any other use.

The preservation of the endemic flora and fauna of Hawaii, much of which is found in the forest reserves, is a high priority. There is also an interest in forest products, ranging from high quality hardwoods like the Hawaiian koa (Acacia koa), to biomass from planted Eucalyptus spp., to gathering of certain plants by native Hawaiians. Recreational interests include hunting, fishing, hiking forest trails, and scientific tourism centered around Hawaii's unique natural history. As the population of Hawaii grows, all these demands and expectations of forest resources are increasing.

Many of these forest uses are incompatible to one degree or another. Maintenance of a herbivore population for hunting, such as the introduced mouflon sheep (Ovis musimon), is not supported by environmental concerns worried about endangered plants. Neither is geothermal energy development in pristine native Hawaiian rain forests. Harvesting of native hardwoods or clearing forests for grazing may not be compatible for long-term forest watershed production. These management conflicts are further complicated by biotic factors such as noxious weeds, fire, and hurricane--all of which are serious problems for forest managers in Hawaii today.



## Inventory Design

The USDA Forest Service has a legal mandate to inventory the nation's timber supply on a 10-year cycle. Hawaii, because of its unique vegetation and topography, is the only state in the United States that does the actual field work itself. This enabled us to design a multi-resource inventory, in collaboration with the Forest Service, that supplied our information needs as well as meeting federal requirements.

It became painfully obvious that we did not have on hand the natural resource data to make proper forest land use decisions. Past timber-oriented inventory systems used in Hawaii were not adequate. To begin the evaluation process for the multi-resource forest inventory, we made three lists on the following subject matters:

- 1) What kinds of resource information were we legally mandated to collect? (e.g. timber volume, land ownership, etc.)
- 2) What kinds of resource data did our Division of Forestry & Wildlife need for its programs?
- 3) What kind of "connector" information was needed for a data base that could assess resource data interactions?

These wish lists soon became modified by money and personnel constraints. Sampling techniques used to collect singular resource data had to be identified, analyzed, and integrated within a total inventory design. Questions that need to be asked in this regard include:

- 1) Can you physically collect the data? (e.g., too expensive, logistically impossible, need for specialized training, etc.)
- 2) What will the data output look like (e.g., graphic, tabular) and what is its application potential?
- 3) What kinds of interactions with other resource data exist?

Everyone wants resource data until they find out how much it will cost or are asked what specifically they will use it for--all data requests need to be firmly screened for feasibility, output use, cost effectiveness, and integrative compatibility within the total inventory system.

Other pitfalls to avoid is the proverbial "reinventing the wheel." Do not get carried away with your own originality. What inventory techniques and data bases now exist that can be used or slightly modified? Standardization with other agency classification schemes and data bases need to be considered.

The hierarchy of a multi-resource inventory is important--you will never collect all the resource data you think you need, but it is

essential to build a logical framework that allows specific data to flow upward through the inventory system. This allows other interested parties to participate within your inventory to collect specialized information that you don't have the time, money, or expertise to collect.

Much of the "connector" information (e.g., political boundaries, zoning, ownership) is not the most romantic data to collect, yet is extremely important for resource interaction analysis as data flows through the system. For example, location of an endangered forest bird is interesting, but knowing that it is located on privately-owned land zoned for agricultural development becomes more useful.

There are no standard right or wrong answers in the inventory design process. Priorities and available resources will differ on a case by case basis--yet these basic concepts need to be addressed throughout the design period.

## The Hawaii Multi-resource Inventory

The Hawaii MRI design combines information from both aerial photographs and ground field plots in a double sampling procedure (3). In the first stage, systematic grid selected sample points are located on aerial photographs (each photo point represents @ 80 ha). A 0.4 ha area around each point on the aerial photographs is interpreted and placed in an appropriate stratum based on land class, vegetation type, and ownership. Additional information such as rainfall, elevation, zoning, past land use, and presence of erosion is recorded for each point. The accumulation of points assigned to each stratum provides a means for determining the stratum weight for subsequent data extrapolation (2).

In the second stage, ground field points are randomly selected in proportion to the area in each land class stratum for visitation in the field. These field points provide a ground check for the photo interpretation sample which can then be statistically adjusted for a real land use change or photo interpretation error. Additionally, a variety of data elements such as tree characteristics, volumetric measurements, vegetation profiles, and wildlife observations are collected. These field measurements are then processed and extrapolated as estimates of volume, stocking, and area values on a stratum by stratum basis.

Each field plot is carefully located and permanently referenced so that it can be relocated and remeasured on subsequent inventories. All trees are permanently tagged with unique numbers. If permanent plots are to be established, accurate repeatability of measurements is an important factor to consider in the initial inventory design. These measurements will provide valuable trend information as well as tree growth and mortality data. It is more efficient to monitor changes at point locations rather than trying to monitor

changes over large areas (7). Point samples can also be evaluated and summarized quickly.

Another advantage of permanent point samples is that they constitute an initial baseline sample that can be intensified for future inventories for a specific product. For example, it is possible to go into your first stage photo sample and choose additional ground field points of a specific forest type to obtain more accurate volume estimates.

The Hawaii field plot consists of a cluster of 7 sample points spread out over a 1.4 ha area (fig. 3). There are 5 volume points (1,3,5,6,7) where a variable radius plot is superimposed over 2.36m and 10m fixed radius plots.

The variable radius plot is used to identify the sample trees which provide estimates of forest stand volume, condition, and growth. The smaller fixed radius plot is designed to collect smaller tree and shrub reproduction data. The larger 10m fixed plot is used to obtain information such as animal impacts, noxious weeds, and forest planting potential. Soil samples are collected and analyzed on three of the volume points. A 10-minute bird count is done at point 1 and wildlife observations are done throughout the plot.

The 5m fixed radius vegetation profile plots are established on points 2 and 4. Vegetation is measured by species by crown cover space occupancy in four distinct vertical layers (fig. 4). These profile points are established outside of the volume points to minimize site disturbance and systematically photographed to make remeasurement data more meaningful in regard to vegetative changes. Other data such as recreational use and potential, erosion, stand origin, recent disturbance, and vegetation classification are recorded on a total plot basis.

### Volumetric System

There are certain conditions in Hawaii that present inventory problems similar to other tropical countries. One of these is the extreme diversity of forest ecosystems with many types of tree growth forms. In Hawaii and throughout other Pacific islands, accurate volume equations

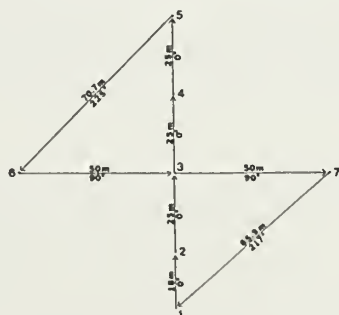


Figure 3--Diagram of the 7 point Hawaii MRI field plot.

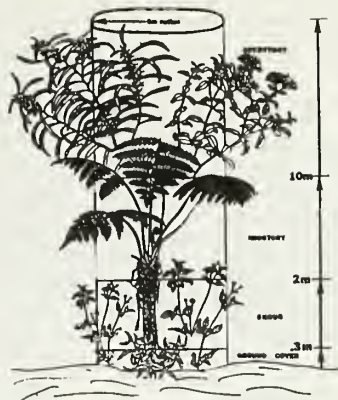


Figure 4--The four layers of the Hawaii MRI vegetation profile plot.

and yield tables do not exist for many tropical tree species. This is a result of the lack of historical volumetric data as well as the large diversity in tree architecture. In many cases, where volume equations and yield tables have been compiled, intra-species variability in form make them useful only as a general index for growth studies.

In preparation for the inventory, a field measurement system was designed to provide total tree above ground woody volume for tropical trees. The system is based on volume computation on conic sections whose dimensions are determined by taper changes which reflect changes in tree form that affect volume or local product specifications.

Different volume output size classes or specifications can be used to best reflect the type of forest being inventoried and the type of forest product one is interested in. The system is flexible enough and has been used successfully to produce volumetric information for a variety of tree growth forms ranging from stilt rooted mangroves (*Rhizophora* spp.), to branchy open-grown high value hardwoods (*Acacia koa*), to closed forest timber plantation species (*Eucalyptus* spp.).

Although all data processing can be done on a hand-held calculator, computer software has been developed that integrates the volume processing with other inventory procedures. The software also has internal edit capabilities for data input errors.

### Data Output

The bulk of the inventory data is processed through computer programs within the Forest Service's FINSYS software. FINSYS is an acronym for Forest INventory SYstem. It consists of several computer programs that function as a flexible vehicle to convert large data sets into specific, user-defined tables of statistical



information (totals, variances, and sampling errors) (1). Examples of standard tables include area of forest land class by owner, timber volume by species, number of trees by species and size class, etc.

The aerial photo data is stored on an interactive computer data base that can be recalled in different formats and combinations. An example would be the number of hectares of a certain forest species with a specified soil type above 1,000m elevation. Other elements in the photo data base are used to correlate habitat variables such as vegetation type, precipitation, and wildlife occurrence.

#### Lessons We Have Learned

I have shown how the Hawaii multi-resource inventory evolved in its present state. We have some unique data needs that may not be similar to other countries, yet there are some techniques, such as our volumetric system, that can be applied to a variety of forest types. One universal component of any inventory is problems. I would like to pass on some of the lessons we have learned:

1) In the planning process, it is very important that goals and objectives be evaluated at a high enough decision level that one is evaluating program needs rather than getting mired down in inventory methodologies. One method to achieve this is to have decision makers identify what questions they need to address. This gives inventory specialists insight into the type of data that needs to be collected.

2) Once information needs and resource interactions are identified, integrated sampling schemes must be designed to collect the appropriate data elements. A fine filter must be applied here to assure all data elements are useful, cost effective, and integrated within the total inventory system.

3) Functional terminology for resource data is essential. This implies generally accepted and documented classification systems. Agreement on resource definitions among inventory users is the key to overcome potential communication problems. A system of vegetation classification for use in Hawaii (4) was designed and addresses a basic plant community with five levels of descriptive detail. Whatever the classification scheme used, the basic plant community unit description should be at a level of precision that is sensitive to development trends and successional events.

4) There will be some professional resistance from specialists that feel their area of expertise is being encroached upon or that their area of interest requires considerably more expertise than would be available in a multi-functional inventory team. These people need to be involved with inventory design, training, data analysis, and other specialists within the multi-resource context. It must be

stressed that land use decisions are rarely made in a single resource use context and multi-resource data collection is integral to the decision making process.

5) Inventory design and planning is a long process. Perseverance and attention to detail is essential. A field manual describing all inventory procedures is mandatory.

6) The key to reliable and meaningful data collection, once the inventory design is completed, is a knowledgeable and well trained field crew. We agree with other studies (6) that all MRI data, to the extent possible, should be collected at the same time and place. This not only eliminates duplicate field travel but also ties the various data elements together for evaluating use interactions. We recommend a three-person crew made up of skilled professionals with access to continued on-site guidance and training from key specialists.

7) Encourage other agencies and resource users to participate within your inventory system. Participation could include direct funding, concurrent research on or around the permanent plot area, or use of inventory data to support other related research work. A true viable multi-resource forest inventory is too large for any one agency to fund or conduct by itself and cooperation from other resource users is important. One slight warning--don't expect too much help until your inventory has produced some meaningful resource information.

#### Summary

I have explained some of the processes through which the multi-resource forest inventory in Hawaii has evolved. We were faced with problems that are very similar to other tropical countries. They include a wide range of forest ecosystems, lack of historical inventory data, inaccessible topography, budgetary constraints, and an increasing demand for a variety of forest resources.

No one multi-resource forest inventory system will work for everyone. Priorities and local forest conditions will dictate the type of resource information that needs to be collected to achieve specific goals and objectives. The MRI approach, especially in the design process, makes administrators and inventory specialists face resource problems with a holistic outlook, forcing them to address resource interactions as well as the actual resource itself.

A MRI approach to data collection demands improved communication between disciplines and specialists. Data analysis can no longer be done in a vacuum. A larger ecosystem approach is necessary to evaluate the effects of development on natural resources and a multi-resource approach can be an important first step for effective tropical forest management and planning.



# Literature Cited

1. Barnard, J.E. FINSYS - A tool for the processing of integrated resource inventory data. In: Proceedings, Integrated Inventories of Renewable Natural Resources; 1978 January 8-12; Tucson, AZ. 1978: 332-335.
2. Bickford, C.E. The sampling design used in the forest survey of the northeast. Journal of Forestry 50(4):290-293; 1952.
3. Buck, M.G.; Costales, P.G.; McDuffie, K.E. Multiresource forest statistics for Molokai, Hawaii. Resour. Bull. PNW-136. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station; 1986. 18 p.
4. Buck, M.G.; Paysen, T.E. A system of vegetation classification applied to Hawaii. Gen. Tech. Rep. PSW-76. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station; 1984. 11 p.
5. Carlquist, S. Island Biology. New York: Columbia University Press; 1974. 660 p.
6. McClure, J.P. Gathering multipurpose inventory data. In: Proceedings, Nonindustrial Private Forests: Data and Information Needs; 1980 June; DCRSOH, NC. 1980: 75-82.
7. Schmid-Haas, P. Monitoring changes with combined sampling on aerial photographs and on the ground. In: Proceedings, Arid Land Resource Inventories: Developing Cost Effective Methods; 1980 November 30-December 6; La Paz, Mexico. Washington, DC: USDA Forest Service; Gen. Tech. Rep. WO-28; 1981: 620 p.

INVENTARIO DE RECURSOS  
RELATORIA DE LA SESION GENERAL

MODERADOR: Ing. Jose Maria Zapata Esquivel

RELATOR: Sr. Edward J. Gyrchan

Comments on Dr. Janka's Paper.

Dr. Janka's paper, critical as it was of current inventory procedures as well as of the organization which conducts them elicited considerable comment. Dr. Hugo Manzanilla challenged Dr. Janka's statements that inventories and planning were unnecessary and his assertion that forest destruction would be the ultimate result of current practices. He asked what was the use of successive estimation or reconnaissances (as suggested by Dr. Janka) if there was no planning. He asked for a description of the "new model" that Dr. Janka said was needed.

Ing. Juarez asked, "After 8 or 9 years of research by the Mexico-Germany Group, what is your concrete proposal for an appropriate inventory system in the areas that you have worked and what relevant research has been accomplished regarding the management of tropical forests?" Ing. Valdez also expanded on the points made by Dr. Manzanilla and Ing. Juarez.

Dr. Janka responded by saying that it was necessary to break the mold of historic ways of doing things and to look for other pathways of planning.

Comments on Dr. Kaiser's Paper.

Mr. Dulin asked for specific examples of how the value of visual and recreational resources are given "weight" in the planning model. Dr. Kaiser responded that values are assigned based on opportunity costs, willingness to pay, or other criteria, and tested for significance. He stated that it is possible for a resource, e.g., wildlife habitat, to have a wide range or non-significant values because of the high overriding value of another resource, such as water.

Ing. Gomez commented that Dr. Janka showed the advantage of planning decisions based on the knowledge of forestry and ecology, while on the other hand, Dr. Kaiser spoke of developing decisions based on rational economic data.

Comments on Ing. Vasquez-Soto's Paper.

Mr. LaBau stated that, as he understands it, sample designs of tropical forest inventories are not representative because of the remoteness of some sample locations. Mr. LaBau added that helicopters were successfully used in similar circumstances in Alaska. He also added that he recognized the cost of inventorying remote plots by helicopter may be ten times normal plot inventory costs.

Comments on Ing. Ruiz-Altamirano's Paper.

Ing. Mejia asked, "In your opinion, what is the best plot size and recommended sampling intensity?" Ing. Gomez responded that too many variables such as inventory objectives, costs, and desired precision determine inventory design. Without more detail pertaining to these variables, he could not generalize plot size or sample intensity.

Ing. Zamudo asked Ing. Ruiz-Altamirano to comment on the tropical forests of Yucatan, available markets, and the need for information. Ing. Altamirano responded that the forest, which has been exploited by the Maya, has reappeared. There has been no soil erosion and the forests have regenerated. The composition, however, has changed due to the selective use of individual species by the Maya. The composition of the current forest is not necessarily that desired by the current market.

#### Comments on Mr. Buck's Paper.

Among the many comments and questions concerning this paper were those of Mr. Jurgenson and Mr. Cannon who asked about the management conflicts regarding resource use, priorities, and the commitment of the resource specialists to the inventory and planning processes. In response, Mr. Buck stated that water had the highest priority and conflicts between uses such as timber and recreation were secondary. Ideally, the three person inventory crews included a forester, an ecologist, and one other resource specialists in order to incorporate a wide variety of disciplines in the inventory and planning processes.

Both Mr. LaBau and Dr. Czaplewski commented on the difficulty of accurate volume determination given the variety of tree species and irregular tree forms. Dr. Czaplewski suggested further that a paper by Dwane Van Hooser, which described ocular estimation techniques for estimation of Juniper volume, offered a possible solution to the volume determination problem. Mr. Hooser's paper is included in the proceedings of the 1983 IUFRO Conference on "Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trends" held in Corvallis, Oregon.

Mr. Gryczan added that permanent inventory records must include a copy of the inventory manual, the aerial photos, and a report of the inventory leader. The report should include what had been done according to the inventory plan, what changes were necessary and what had not been accomplished.

Ing. Rosales asked if the inventory was used to develop a resource management plan and how did the public participate in determining resource use. Mr. Buck responded that the purpose of the inventory was to provide information for such a plan. He also explained the lengthy planning process and the many opportunities for public input.



EVALUACION DEL CRECIMIENTO EN LAS  
SELVAS DE CAMPECHE 1/

OSCAR CEDEÑO S. 2/  
RAUL BERTONI V. 3/

Abstracto--El uso del incremento con fines de manejo en selvas naturales en México prácticamente ha sido nulo. Se reportan datos de incremento en diámetro obtenidos en selva natural alta o mediana subperennifolia en el Campo "El Tormento" en Escárcega, Camp., en un período de 10 años (1966-1976). Es determinante continuar con estudios sobre el crecimiento en diversas especies para un mejor manejo y aprovechamiento de las selvas tropicales.

Abstract.- The diameter's increment has not been used in Mexico to manage the tropical forest. In this study, we report some information about diameter's increment in the tropical rain forest, obtained at "El Tormento" forest research station in Escarcega, Campeche for a ten-years period (1966-1976). It's advisable to continue the diameter's increment studies of several tropical species to improve the tropical forest management and exploitation.

### Introducción

Las Selvas Tropicales, como es conocido son ecosistemas considerados como complejos, debido a su gran diversidad de especies, y a sus edades múltiples, lo cual da una población de diferentes estructuras, lo que dificulta su manejo y aprovechamiento óptimo integral.

En el estado de Campeche el interés sobre las especies tropicales hasta hace unos 20 años únicamente se había centrado en las especies preciosas conocidas como cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*), debido a su gran demanda en el mercado. Poco interés económico tenían el resto de las especies.

Los inventarios forestales que se realizaban estaban encaminados básicamente a conocer los volúmenes de las especies preciosas por aprovechar. En esos inventarios prácticamente era desconocida la palabra incremento o crecimiento y menos aún, aplicable para las proyecciones futuras del comportamiento de las selvas, lo cual hacía y hace dudosa una proyección realista en ese sentido.

1/ Documento presentado en la reunión de Evaluación de Tierras y Recursos para la planeación Nacional en las Zonas Tropicales.

(Chetumal, México, Enero 25-31, 1987).

2/ Oscar Cedeño.- Ingeniero Forestal. Director de Área de la Dirección General de Normatividad Forestal. SARH. MEXICO.

3/ Raúl Bertoni V. Técnico Forestal en la Delegación de SARH, Campeche, Méx.

Si realmente se desea manejar y aprovechar las selvas naturales en forma óptima, es básico conocer sus formas de crecimiento tal y como sucede en los bosques templados, en los cuales los incrementos de las coníferas son fáciles de determinar y nos permiten contar con estudios a mediano y largo plazo que nos facilitan predecir el comportamiento futuro de los mismos bajo determinadas formas de manejo y aprovechamiento.

Es verdaderamente impostergable poder contar en el corto plazo con verdaderos planes de manejo basados en el incremento que nos permita aprovechar en forma óptima nuestras selvas y no esperar largos plazos en que supuestamente conociéramos el manejo óptimo de las mismas, porque cuando eso suceda, difícilmente existirán selvas en extensión suficiente en las cuales se puedan aplicar los resultados obtenidos.

El presente trabajo reporta el incremento en diámetros que se obtuvo en un período de 10 años (1966-1976) en árboles de cedro y caoba en selva natural en el Campo Experimental Forestal "El Tormento" de Escárcega, Camp., México.

### Antecedentes

Con el propósito de quedar claros en el concepto de incremento lo definiremos como la diferencia o crecimiento entre dos mediciones en un período definido. Así, llamaremos incremento en diámetro a la diferencia entre dos mediciones periódicas

del diámetro tomadas a la altura de - - - 1.30 m. a partir del nivel del suelo en - un mismo individuo.

Una de las dificultades para medir el incremento en las especies tropicales es -- que no todas presentan anillos anuales como en las coníferas de climas templados, en las cuales con el uso de un taladro de Pressler es fácil determinar el crecimiento en un período dado con el solo hecho -- de medir los anillos anuales en la muestra extraída.

Si bien la caoba y el cedro presentan anillos no visibles con claridad, no corresponden a una formación anual y no se ha -- definido claramente el período de su formación.

Algunos autores a nivel mundial indican -- haber hecho estudios en diversas especies tropicales y haber encontrado que los anillos que se forman corresponden a un crecimiento anual. Así por ejemplo Mariaux A. (1980) reporta que Custer (1927) detalla que para el Este de Jaba identificó 8 especies que dieron resultados exactos en cuanto a formaciones de anillos anuales. Lo anterior resalta que algunas especies tropicales si forman anillos anuales y -- que se requiere de estudios específicos -- en cada caso para determinar su período -- de formación.

En México prácticamente no existen antecedentes en selva natural, sobre estudios -- de incrementos en diámetro en especies -- preciosas y menos aún para el resto de -- las especies conocidas como Corrientes Tropicales.

En 1966 en el Campo Experimental "El Tormento" se hicieron mediciones en diámetros en árboles de caoba y cedro, para conocer su comportamiento y el incremento que desarrollan en períodos determinados. Los resultados de los 10 primeros años -- son los que se reportan en el presente -- trabajo.

Más recientemente tenemos conocimiento -- que en este mismo Campo Experimental, a partir del año de 1979 se establecieron algunos sitios permanentes de investigación silvícola (S.P.I.S.) para determinar entre otros parámetros, el relacionado -- con los incrementos de diversas especies tropicales. No se tiene noticia de que -- hayan sido publicados algunos avances al respecto.

### Objetivo

El objetivo principal fué el determinar -- el incremento promedio anual en diámetro en mediciones periódicas en las especies de cedro y caoba vegetando en selva natural y sin ningún tipo de tratamiento o -- aprovechamiento en dicha selva.

### Localización

El estudio objeto de este reporte, se llevó a cabo en el Campo Experimental "El Tormento" ubicado a 8 km. de Escárcega, Camp., y más específicamente en lo que se conoce localmente como Cuadro Latino No. III donde se encuentra una selva natural clasificada como selva mediana subperennifolia.

### Clima

El clima según la clasificación de Koppen modificada por García se denomina como A (wl) ig, que corresponde a un clima tropical, el intermedio de los húmedos con poca oscilación de temperatura, con estación seca bien definida en los meses de -- febrero a mayo, con escasa lluvia invernal y la estación lluviosa abarcando los meses de finales de mayo a principios de octubre, con una precipitación pluvial anual -- promedio de 1 108 mm.

La temperatura media anual observada en la estación meteorológica del Campo es de -- 24.1°C. La media máxima de 32.1°C y la -- media mínima anual de 15.9°C, con temperatura máxima observada de 42°C y una mínima de 4.5°C. (Departamento de Mejoramiento de Árboles Forestales, 1970). La zona -- en estudio se encuentra a 70 metros sobre el nivel del mar.

### Topografía

La topografía es ligeramente ondulada con zonas planas y bajas en las cuales se llega a acumular el agua durante la temporada de lluvias.

La diferencia entre las zonas planas y -- las ligeras elevaciones rara vez sobrepasa los 3 metros.

### Suelos

Los suelos del Campo "El Tormento" fueron clasificados por Cuanalo de la Cerda -- (1964), y determinó que son de origen calcáreo como en el resto de la Península de Yucatán y en su clasificación utilizó terminología maya.

Se describen a continuación las series Ka Cab y Akalché por considerarse representativas del área donde se realizó el -- estudio.

Serie Ka-Cab Suelos localizados en las laderas, generalmente con presencia de cedro (Cedrela mexicana) y caoba (Swietenia macrophylla) en forma natural.

### Horizontes

A0 Detritos orgánicos no humifi



- cados hasta una profundidad de 4 cm.
- A<sub>1</sub> Con un espesor de 20 a 30 cm. es de color café oscuro, de textura arcillosa, de estructura grumosa muy estable. -- Contiene rocas suaves (con dureza de 3 en la escala de Mohs), redondeadas, con diámetros de 2 a 6 cm., con gran cantidad de raíces.
- C Con espesor hasta de 30 cm. constituido por roca laja dura y quebradiza de color claro. Contiene en ocasiones entre las grietas, pequeñas cantidades de suelo de color oscuro, de textura arcillosa y estructura grumosa muy estable.
- D Sah-Cab. Roca sedimentaria formada geológicamente por concentración de soluciones.
- Serie Akalche Suelos localizados en lugares de inundación temporal con vegetación de chechén negro (*Metopium brownei*) y palo de tinta (*Haematoxylon campechianum*). Estos suelos permanecen inundados durante una época corta del año.
- Horizontes
- A0 Este horizonte tiene generalmente 4 cm. de espesor, su color es café muy oscuro y está constituido por detritos orgánicos.
- A<sub>1</sub> Tiene entre 10 y 15 cm. de espesor, es de color negro o café muy oscuro, de textura arcillosa, estructura grumosa a nuciforme muy estable; sin rocas calcáreas.
- BG Con espesor de 45 a 100 cm., es de color gris oscuro, en ocasiones tiene manchas tenuas acre, de textura muy arcillosa. Presenta grandes hendiduras cuando está seco; húmedo, su estructura es masiva muy compacta.
- (B) C Es el horizonte constituido por rocas suaves de color amarillento pálido, debido a la lixiviación del fierro.
- D Sah-Cab ligeramente amarillento. Es la roca sedimentaria formada, geológicamente por concentración de soluciones.

#### Vegetación

La vegetación sobre la que se tomaron los datos de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963) corresponden a

una selva mediana subperennifolia y se caracteriza porque los árboles dominantes en el estrato superior alcanzan alturas entre los 20 y 30 m. y del 25 al 30% de sus componentes pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca (cedro, caoba, jobo, etc.). Se encuentran mas de 100 especies diferentes por ha, entre las que destacan por su dominancia en volumen de m<sup>3</sup> por ha las siguientes especies: Ramón (*Brosimum alicastrum*) con 9.963 m<sup>3</sup>/ha; Zapote (*Manilkara zapota*) con 9.936 m<sup>3</sup>/ha; Yaaxnic (*Vitex gaumeri*) con 9.432 m<sup>3</sup>/ha; Chaca (*Bursera simaruba*) con 5.022 m<sup>3</sup>/ha; el Cedro (*Cedrela odorata*) con 3.487 m<sup>3</sup>/ha y la caoba con 1.969 m<sup>3</sup>/ha (Mas P. y Borja L. 1974).

#### Procedimiento Empleado

El área en estudio abarca una superficie de 100 hectáreas formando un cuadrado de 1 000 m. por lado y subdividido en 25 parcelas iguales de 4 ha cada una. En las cuales en el año de 1966 se inventariaron todos los cedros y caobas existentes, incluyendo los brinzales, habiéndose inventariado originalmente 1 402 árboles con el propósito de conocer su incremento en diámetro en mediciones periódicas. A cada árbol para identificarlo se le puso una etiqueta de aluminio en la cual se le imprimió el número que le correspondía y con el propósito de que las mediciones subsiguientes se hicieran en el mismo lugar se marco con pintura de aceite el lugar donde se tomó la medición del diámetro que normalmente fué a una altura de 1.30 m. sobre el nivel del suelo y utilizando cinta diamétrica para circunferencia.

Además a estos árboles se les instalaron unos dendrómetros rústicos que se les denominó "microdendrómetros de cincho CEFT INIF". Borja L. (1968).

Borja define a este cincho como "un instrumento para medir incrementos muy pequeños" y que consiste en "un par de cinchos de lámina galvanizada, con una anchura de 4 cm. que presenta perforaciones en uno de sus extremos y en el otro una especie de tope colocado a 90° con respecto al eje principal del cincho. La finalidad de las perforaciones es la de ajustar los cinchos a la dimensión específica del árbol por observar".

Como se indicó, originalmente se inventariaron 1 402 árboles de cedro y caoba. En 1971 se hizo la primera medición pero no se reporta en este trabajo. En 1976, es decir 10 años después se midieron nuevamente los árboles, pero no fué posible localizar a los 1 402 árboles detectados en 1966 y únicamente se localizaron 38 caobas y 203 cedros, es decir un total de 241 que representan el 17% de lo original.



En la tabla 1 y 2 se reportan los datos - resumidos, obtenidos respectivamente para cedro y caoba y que reflejan el incremento corriente anual que se obtuvo en el período de 10 años (1966-1976).

Tabla 1.- Promedio del incremento corriente anual en caoba.

Categoría diámetrica (cm)	No. de árboles	Incremento corriente anual (mm)
10	2	2.2
15	9	2.3
20	5	3.7
25	6	1.9
30	6	5.4
35	6	3.0
40	3	6.0
45	1	.2
$\Sigma$	38	

Estimadores totales:  $n = 38$   
 $\Sigma x = 124.9$   
 $\bar{x} = 3.28$  mm.

Tabla 2.- Promedio del incremento corriente anual en cedro.

Categoría diámetrica (cm)	No. de árboles	Incremento corriente anual (mm)
0-4.9	4	11.1
5	2	3.9
10	11	4.4
15	16	4.7
20	23	4.7
25	36	5.2
30	28	6.5
35	30	4.8
40	25	5.1
45	12	3.1
50	3	3.5
55	1	2.4
60	1	3.4
$\Sigma$	203	

Estimadores totales:  $n = 203$   
 $\Sigma x = 1032.7$   
 $\bar{x} = 5.08$  mm.

## Resultados

Al analizar los datos obtenidos se observa que el incremento en diámetro promedio anual o incremento corriente para la caoba fue de 3.28 mm. Sabemos que el incremento anual está en función de diversas variables como por ejemplo la calidad del suelo, las condiciones climatológicas y más específicamente las lluvias e individualmente para cada árbol, su edad, el sitio donde vegeta, si le tocó o no fuerte espesura o covegetar con especies más agresivas, etc. variables que no fue posible determinar en este trabajo. Con estas reflexiones y con el propósito de tener una idea sobre los años que necesita una caoba para llegar a alcanzar por ejemplo un diámetro de 35 cm. obtenemos que se requieren aproximadamente 109 años.

Para el cedro el incremento corriente anual obtenido fué de 5.08 mm. y si extrapolamos para un diámetro de 35 cm vemos que requiere aproximadamente 68 años para alcanzar esta categoría diamétrica

Con la intención de clarificar más sobre estos incrementos obtenidos en selva natural, comparemos los incrementos registrados en una plantación de cedro y caoba de 7 años de edad por Mas Porras y Borja L. (Op. cit.) en el mismo Campo Experimental del Tormento.

Esta plantación está distante aproximadamente a 100 m de la parcela de selva natural en la cual se hizo la medición del incremento, reportada en este trabajo, por lo cual se considera que tienen condiciones ecológicas similares.

La plantación a que estamos refiriendonos se estableció en 1963 y la toma de datos se hizo en 1970.

Esta plantación a diferencia de la selva natural se le dieron diversos tratamientos de limpieza para eliminar la competencia con la vegetación espontánea, por lo cual desde un principio se infiere que se ben tener un crecimiento más rápido. En cambio los cedros y caobas de la selva natural restringen más su desarrollo por la competencia tan fuerte que sostiene con el resto de las especies presentes.

Los autores mencionados encontraron que para el período de 7 años la caoba tuvo un incremento en diámetro de 3.7 cm, es decir un incremento promedio anual de 5.2 mm. y para el cedro un crecimiento total de 4.6 cm, o sea un incremento promedio anual de 6.5 mm., tomados a la altura de 1.30 m. sobre el suelo.

Con base en lo anterior y con las reservas del caso se puede considerar que en esta plantación una caoba para que alcance un diámetro de 35 cm requerirá de 67 años y un cedro necesitará 53 años.

El comparar los datos de la plantación con los de selva natural es para dar una idea de como se vienen comportando los incrementos en ambos casos y se puede apreciar que en la plantación se tuvo un desarrollo ligeramente superior que en selva natural y también que el cedro presentó un mayor desarrollo que la caoba en ambos casos. Lo anterior se pudo deber a que las condiciones edáficas son más favorables para el cedro.

## Discusión

Los incrementos obtenidos en la selva natural parecen ser bajos, ya que algunos técnicos presuponen que el incremento corriente anual de las selvas debe ser del orden de 1 cm. Lo bajo del incremento se

puede deber a que esta selva como se indicó no ha sido sometida a ningún tratamiento de cultivo y por lo tanto no se ha fomentado la apertura de claros y eliminación de especies competidoras que pudieran favorecer su crecimiento.

La obtención de incrementos en forma periódica cada 3, 5 ó 10 años puede dar lugar a muchas fuentes de error. Debido a los años que esto conlleva no siempre es el mismo técnico el que da seguimiento a todo el experimento, ni son las mismas personas las que toman los datos y con frecuencia no resulta fácil la localización constante de los individuos por medir. Sin embargo consideramos que estudios similares deben continuarse, poniendo una especial atención al tamaño de las parcelas y a una identificación clara y permanente en los individuos en tratamiento y ampliar los estudios a otras especies que aunque de menor interés comercial no dejan de ser importantes en la formación de los ecosistemas tropicales.

Paralelo a lo anterior es recomendable sobre todo a las instituciones que se dedican a la investigación, intentar poner en práctica otros métodos (aunque un poco más sofisticados y costosos) que pudieran darnos resultados a plazos más cortos. Tales métodos podrían ser a través de observaciones en el cambium por el método de abrir "ventanas" anuales y observar la formación de anillos anuales; o a través de estudios de anatomía de la madera o también con el uso de isótopos radioactivos y estables como ya se han venido practicando en otras partes del mundo según lo reporta Bormann y Berlyn (1980).

No deja de ser alarmante la destrucción anual de las selvas tropicales, es urgente que encontremos formas de manejo y aprovechamiento en beneficio de sus poseedores que garanticen la estabilidad y permanencia de las mismas.

#### Referencias

- 1.- Borja L.G. Microdendrómetro de Cincho CEFTINIF. Ponencia presentada en la 7a. Convención Forestal del Sureste Jalapa, Ver. México 1968.
- 2.- Bormann F. H.G. Berlyn. Edad y Tasa de crecimiento de los árboles tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos: Ed. Continental, S.A., de C.V., México 1980. 143 Págs.
- 3.- Burgos F. y Caballero D.M. Anatomía del Inventario Forestal -- Continuo. Boletín No. 1 -- Unidad Industrial de Exploración Forestal de San Rafael, SFF. México 1971.
- 4.- Cuanalo de la Cerda H. Suelos del Campo Experimental Forestal -- "El Tormento" Camp. Bol. -- Téc. Inst. Nal. Invest. For. México 15 págs., 1964.
- 5.- Departamento de Mejoramiento de Árboles Forestales. Datos climáticos de las estaciones meteorológicas de Coyoacán, San Juan Tetla, Barranca de Cupatitzio y El Tormento. Bol. Divulg. Inst. Nal. -- Invest. For. México, 28 págs. 1970.
- 6.- Mariaux, A. Esfuerzos anteriores en la medida de la edad y el crecimiento anual en los árboles tropicales: 20-29 págs. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, México 1980.
- 7.- Mas P.J. y Borja L.G. ¿Es posible mediante el sistema Taungya aumentar la productividad de los bosques tropicales en México? Bol. Téc. No. 39, 43 págs. Inst. Nal. Invest. -- Ftales. SFF. SAG., México 1974.
- 8.- Miranda F. y E. Hernández X. los tipos de vegetación de México y su clasificación Bol. Soc. Bot. Méx. 28:29-179. 1963.
- 9.- Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Memoria de la Séptima Convención Forestal del Sureste y Resumen de las seis anteriores. SARH. 1981.
- 10.- UNESCO/CIFCA. Ecosistemas de los Bosques Tropicales. Informe sobre el estado de los conocimientos preparados por UNESCO/PNUMA/FAO. 1980.
- 11.- Villa Salas A. Cálculo de Incremento en los bosques de coníferas. Bol. Téc. No. 11 Inst. Nal. -- Invest. For. SAG. México, -- 1963.



**Abstract--**A study in the State of North Carolina, U.S.A., demonstrated that large, permanent photo plots (400 hectares) can be used to monitor large regions of land by using remote sensing techniques. Estimates of area in a variety of land cover categories were made by photointerpretation of medium-scale aerial photography from a single month using 111 photo plots. Many of these area estimates compared favorably with the most recent data from the traditional forest inventory, although sampling errors of the new system are at least eight times larger due to the small sample size. The new system detected what appears to be significant conversion of harvested forestland to planted pine plantations between 1983 and 1985. An inexpensive monitoring system based on remote sensing and large photo plots, which uses a variety of aerial photography and low-cost, analog satellite imagery, might be useful for detecting rapid changes in land cover and management practices. To detect slower changes in land cover and to monitor variables impossible to measure reliably using remote sensing (e.g., wood volume and quality, tree growth, and mortality), the more precise and expensive traditional techniques must still be used.

**Abstracto--**Un estudio en el estado de Carolina del Norte, EUA, demostró que grandes cuadros fotográficos permanentes (400 hectáreas) pueden ser utilizados para rastrear grandes regiones de tierra por medio de técnicas de percepción remota. Se hicieron estimaciones del área en varias categorías de cobertura terrestre. Estas estimaciones se hicieron por medio de fotointerpretación de fotografías a mediana escala para un mes usando 111 cuadros fotográficos. Muchas estimaciones de área se compararon favorablemente con los datos mas recientes de inventarios forestales tradicionales. Los errores de muestreo del nuevo sistema fueron al menos diez veces mas grandes que el sistema tradicional debido a el pequeño tamaño de muestra. El nuevo sistema detectó una importante conversión de tierra forestal cosechada a plantaciones de pino entre 1983 y 1985. Un sistema de rastreo barato, basado en percepción remota y grandes cuadros fotográficos, el cual utiliza imágenes de satélite analógicas de bajo costo y una variedad de fotografías aéreas, puede ser útil para detectar rápidos cambios en la cobertura terrestre y uso de la tierra. Para detectar cambios mas lentos en la cobertura terrestre y para rastrear variables imposibles de medir adecuadamente usando percepción remota (e.g., volumen y calidad de madera, crecimiento y mortalidad de árboles), las técnicas tradicionales mas precisas y costosas deben seguir siendo utilizadas.

## Introduction

Periodic, extensive inventories of land cover and forest resources for the United States have been conducted by the USDA Forest Service, Forest Inventory and Analysis (FIA) Projects since 1928 (2). Emphasis in FIA has been on thorough ground sampling of small, permanent plots (0.4 hectares) on forestlands to estimate wood volume (sampling intensity is 1 plot per 25 km<sup>2</sup> in North Carolina). Independent estimates of area in forest and nonforest are made by photointerpretation of a large number of small, temporary plots on available aerial photography (one 16-point cluster plot per 1.5 km<sup>2</sup> in North Carolina). Adjustments for interpretation error and changes since the date of aerial photography are made by ground verification of photointerpreted classifications for a 10% subsample of temporary photo plots. Area estimates are required to convert estimates of wood volume per unit area from ground plots to

volume estimates for large geographic areas (e.g., 40,000 km<sup>2</sup>). The high costs of the FIA inventory have usually resulted in an 8- to 10-year interval between inventories for any one state (median area of a state is 150,000 km<sup>2</sup>).

Estimates of land cover are needed for a single baseline date to conduct multi-state regional analyses for national planning by the Forest Service (3). However, the traditional FIA inventory estimates for individual states vary in age from 1 to 10 years (or more) depending on the inventory cycle time. In the past, ad hoc methods had to be used to "update" older inventories to the baseline date using professional judgment. More current estimates of area and wood volumes for forestlands have been requested also by regional, state, and industrial planners. In recent years, abbreviated "mid-cycle" updates for certain states have been produced by the Forest Service in cooperation with state governments and industry in response to this demand.

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> Authors are, respectively, Mathematical Statistician, Research Forester, and Research Biologist, USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colo., 80526 U.S.A.

A new system of permanent plots is being investigated for detecting changes in land cover over large geographic areas. To minimize cost, it relies largely on remote sensing. Although many remote sensing techniques are available,



published reports of attempts to monitor changes in forest cover over very large regions have been few. (A review of that literature is available in Schreuder et al. (12)). With the new system, annual changes for each state would be monitored using simple photointerpretation techniques with aerial photography and analog satellite imagery. A primary motivation for investigating a new system is to provide more reliable regional land estimates for a single year, which are needed as initial conditions for forecasting models used in national planning.

The new system is intended to supplement, not replace, traditional FIA techniques. It would be directly linked to ongoing FIA state inventories and other data sources (e.g., planting and harvest drain estimates) using a Bayesian statistical estimator known as the Kalman filter (14). This filter can also incorporate information from a deterministic econometric model of land cover change (see, for example, Alig and Wyant (1)). This not only increases efficiency of the estimator, it also permits more frequent validation of the econometric model. Validation of such models is important because they are used by the Forest Service in national planning to predict the future condition of forestlands. Past validation efforts have been hindered because FIA data are only produced every 8 to 10 years for any one state, and these are the only reliable data available to both build and validate these econometric models. If successful, this combination of the proposed remote sensing system, traditional FIA data, and an econometric model would also improve the cost effectiveness and timeliness of the present FIA system, and could replace the mid-cycle updates produced in the past by FIA.

The annual rate of change in area for each land cover category detected by the new system could be used to update the most recent FIA estimates of area. Existing FIA data on wood volume per unit area could be used to update volume estimates. Errors accumulating in this procedure would be greatly reduced when each state was re-inventoried every 8 to 10 years using traditional FIA techniques.

Plot size for this new system is large (400 hectares) so that plots can be monitored using photointerpretation of satellite images, yet they are small enough so that complete stereo coverage can be obtained using conventional medium-scale photography. These plots are too large for practical measurement on the ground; rather, cover types within each plot would be monitored using only remotely sensed data.

Aerial photography has the spatial resolution needed for identifying different types of land cover and forest condition; however, this level of spatial detail might only be required every 5 to 10 years. Analog satellite photographs could be economically acquired every year, and would be adequate for photointerpreting drastic changes such as clearcutting; however, they lack the needed spatial resolution. Permanent photo plots permit both types of photography to be used together in a production system for frequent and

detailed monitoring of change; the merits of one source of imagery compensate for the disadvantages of the other. Permanent photo plots are also proposed because they are generally more efficient for monitoring change (11).

The proposed system might be well suited to the tropics or in situations where technical capabilities are limited. The use of plots, rather than complete photo coverage of all lands, would reduce cost of aerial photography or other airborne data collection (e.g., radar). Medium-scale aerial photography requires less sophisticated aircraft than small-scale photography; the latter is often used for complete mapping of large regions. Photointerpretation of satellite and aerial photography requires less technical and financial resources than computer interpretation of digital satellite data. (However, large photo plots would be well suited as training or labeling sites in a digital classification, e.g., for vegetation maps every 10 years.) Photo plots would be much less expensive to monitor compared to ground plots, especially in remote areas.

The use of satellite photographs, different dates of aerial photography for permanent plots, and the Kalman filter have not yet been evaluated for the North Carolina study area. Rather, this paper describes preliminary results for area estimates of land cover using only 1:12,000 scale color infrared transparencies from a single month (November, 1985) of 111 photo plots distributed over the entire State of North Carolina (1 plot per 1250 km<sup>2</sup>). Comparisons are made to area estimates from the FIA inventory of North Carolina made in late 1982 and early 1983.

#### Study Area

The State of North Carolina (136,000 km<sup>2</sup>) was selected as a study area, although the methods examined in this pilot study are applicable to larger Regional and National inventories of land cover. North Carolina was chosen because it has a diversity of physiographic regions, representing many land cover conditions found in the eastern and southern United States. Elevations range from sea level to over 2,000 meters. Potential climax vegetation for most of the entire state is Appalachian oak forest or oak-hickory-pine forest (8). Pine forests represent earlier successional stages. Mountainous areas include forest species commonly found in more northern latitudes; the flat coastal plain includes sand ridges, bays, pocosins, and maritime forest. Relative to other temperate forests, vegetation in North Carolina is very diverse.

Forest industry has invested heavily in North Carolina, although the majority of forested land is presently owned by nonindustrial private landholders. This evokes a broad range of forest management practices. Government tax and cost-sharing programs have encouraged nonindustrial private landowners to plant pine trees, which control erosion, supply other public benefits, and provide a future source of valuable

timber (5, 10). The rate of forest planting on nonindustrial private forestlands in the southern United States has increased fourfold between 1975 and 1985 (7). Much of the present forestland had been agricultural lands 50 to 100 years ago.

Urbanization is rapidly taking place in localized areas of North Carolina. Increased land values and shifts in ownership of forestland from farmers to other nonindustrial private landholders occur in much larger areas surrounding these growing urban centers. Changes in ownership and land values often cause changes in land use and forest management practices. This pattern is occurring in many other parts of the United States.

### Methods

Stereoscopic aerial photo triplets, covering quad centers for every other row of USGS 7.5-minute topographic quadrangles, were acquired by the Forest Service in seven flying days between October 25 and November 9, 1985. This produced 405 photo plots distributed over the entire State of North Carolina at a cost of \$26,000. Use of a Zeiss 3/ mapping camera with a 210-mm focal length lens yielded 1:12,000-scale coverage on 9x9-inch color infrared transparencies (Aerochrome 2443). This scale ensures complete stereo coverage of the 400-hectare photo plot.

The Loran C navigation system was used to find the approximate plot center. Plot center was precisely defined by pin-pricking the center of the middle photo in the triplet set. This center was transferred visually onto the 1:24,000-scale, 7.5-minute topographic quadrangles. Elevation data from the map and flight altitude information from the data bank on the aerial photo containing the plot center were used to determine an average scale for the photo plot, and this scale was used to draw the circular photo plot. A subset of 111 plots was chosen for this study in a systematic fashion in order to reduce cost of this initial evaluation.

Polygons (e.g., tree stands) of relatively homogenous land cover (table 1) were delineated in stereo to a minimum size of 0.4 hectares on acetate sleeves for each photo plot. Most polygons range in size from 2 to 5 hectares, and most photo plots contain between 100 to 200 polygons. One photointerpreter needed 6 months to delineate all 111 photo plots. Computing the area of each polygon with a digital planimeter took an additional 4 months.

Each photo plot was used to estimate the proportion of total land area in each cover type. These were expanded to state and sub-state estimates and compared with estimates based on traditional FIA inventory techniques. All plots

Table 1.--Level I and II classification categories for photointerpretation of forest cover condition.

LEVEL I		LEVEL II				
Code	Cover condition <sup>a</sup>	Stand origin	Stand size	Stand type	Stand closure <sup>b,c</sup>	Site potential <sup>b</sup>
1	Barrenland <sup>d</sup>	Plantation	Sawtimber	Pure pine	Closed canopy	Productive
2	Cropland	Natural	Poletimber	Mixed pine	Open canopy	Nonproductive
3	Grassland		Sapling-seedling	Oak-pine		Reserved
4	Shrubland <sup>d</sup>		Nonstocked <sup>e</sup>	Bottomland hardwood		
5	Urban area <sup>d</sup>			Upland hardwood		
6	Water area <sup>d</sup>					
7	Forestland					

<sup>a</sup>There is also a code 8 representing polygons obscured from aerial view by clouds.

<sup>b</sup>Results for this category are not discussed in this paper because there are no published FIA estimates that can be used as reference data.

<sup>c</sup>For stands with an open overstory, a second interpretation is made for closure of the understory.

<sup>d</sup>Combined into a single category so that they can be compared to published FIA estimates (i.e., reference data).

<sup>e</sup>This category contains very little area, and results for it are not discussed.

3/ The use of trade and company names is for the benefit of the reader, such use does not constitute an official endorsement or approval of any service or product by the U.S. Department of Agriculture to the exclusion of others that may be suitable.

were assigned to one of four large, contiguous physiographic regions (strata): mountains, piedmont, and northern and southern coastal plains. Estimates of area and 95% confidence intervals for the entire state were made using stratified random sampling estimation (4). The



confidence intervals include only sampling error; other sources of error are assumed negligible. The Crámer-von Mises test (9) was used to test for the normal distribution (needed for valid confidence intervals) of percent forest among all 100 counties in North Carolina; the normality hypothesis was not rejected at the 0.05 level.

With the traditional FIA system (13), initial estimates of forest versus nonforest area were made in 1983 by photointerpreting 91,765 16-point sample clusters. Field crews on the ground checked 8,123 of these small, temporary photo plots, and these data were used to adjust for consistent bias in photointerpretation or changes from date of photo acquisition. Classifications to more detailed categories (table 1) were made using an independent set of 5,355 permanent ground sample plots. Data from all of these FIA plots were expanded to produce regional and statewide estimates of forest cover condition. These FIA data served as the reference to which area estimates from the 111 photo plots were compared. Details of the traditional FIA procedures can be found in Frayer and Beltz (6).

### Results and Discussion

Figure 1 compares extensive estimates derived from the 1983 FIA survey and from the 1985 large photo plots. There are three likely sources of differences between the FIA and photo plot estimates: sampling error, photointerpretation error, and changes in land cover between 1983 and 1985. It is also possible that there is an unknown bias or error source in one or both sampling designs.

The photo plot estimates of forestland (fig. 1) are higher than the FIA estimates by 3,200 km<sup>2</sup>. However, the 95% confidence interval for the photo plot estimate does contain the FIA estimate. Therefore, the difference between the two estimates of forestland can be explained by sampling error. The same situation exists for the "other" Level I categories in figure 1 (i.e., barrenland, shrubland, urban area, and water); the 800-km<sup>2</sup> difference can be explained by sampling error. However, the 95% confidence intervals for photo plot estimates of cropland and grassland do not contain the FIA estimates (fig. 1); sampling error cannot be readily used to explain all of these differences. When the 1985 photography was taken (late autumn), fallow agricultural fields and those types of cropland not obviously row crops can resemble grassland. Conversion of agricultural lands to grasslands between 1983 and 1985 is another possible explanation. When cropland and grassland categories are combined into a single cover type, then the 95% confidence interval for the photo plot estimate contains the corresponding FIA estimate (fig. 1); this difference can be explained by sampling error.

The photoplot and FIA estimates for area of naturally regenerated forestland are almost identical (fig. 1); however, the photo plot estimate of planted forestland is 6,800 km<sup>2</sup> larger than the FIA estimate. This latter

difference is probably not entirely caused by sampling error because the FIA estimate is not within the 95% confidence interval of the photo plot estimate. We believe some, but not all, of the difference is caused by the planting of pine plantations between 1983 and 1985. In support of this belief, a preliminary study of photointerpretation accuracy suggests that this difference is probably not caused by interpretation error, and there are no other known sources of bias. Therefore, some of the difference might be caused by changes in the landscape, with sampling error causing the remainder of the difference.

The second category of forestland is timber size class. Sapling-seedling stands are defined as stands dominated by trees with a diameter at breast height (d.b.h.) under 12.5 cm. Sawtimber stands are dominated by hardwood trees with d.b.h. exceeding 27.5 cm or softwood trees in excess of 22.5 cm d.b.h. Poletimber stands fall between these two extremes. Stand height and crown diameter are used to photointerpret timber size class. The differences between the 1983 FIA and 1985 photo plot estimates of forested area in sawtimber and poletimber size classes are likely caused by sampling error (see 95% confidence intervals in fig. 1). However, the photo plot estimates of sapling-seedling area is 4,700 km<sup>2</sup> larger than the FIA estimates. This difference is probably not caused entirely by sampling error. Preliminary assessments of photointerpretation accuracy suggest that this difference in sapling-seedling estimates is not caused by consistent misinterpretation, and no other types of bias are suspected. Therefore, some of this difference might be caused by regeneration of forestlands between 1983 and 1985.

Forest type is the last category of forestlands that can be evaluated using published FIA estimates. There is close agreement between the FIA and photo plot estimates of area in the bottomland hardwood type (fig. 1). However, the 1985 photo plot estimates of area in the upland hardwood type is significantly less than the 1983 FIA estimate by 9,500 km<sup>2</sup>. Conversely, the photo plot estimates were significantly larger than the FIA estimates for pine (11,000 km<sup>2</sup>) and oak-pine (4,500 km<sup>2</sup>). Again, preliminary analyses of photointerpretation accuracy suggest that these differences are caused more by sampling error and changes in forest cover between 1983 to 1985 than by photointerpretation error.

The final comparison is for forestland area by each of the four physiographic regions in North Carolina (fig. 1). There were 31 photo plots in the southern coastal plain, 24 in the northern coastal plain, 35 in the piedmont, and 21 in the mountains. Confidence intervals for the corresponding FIA estimates are also given in figure 1. These latter estimates were made using over 91,000 plots (13). Compared to these FIA estimates, the confidence intervals for the photo plot estimates of area in forestland are 8 times larger in the piedmont, 10 times larger in the mountains and southern coastal plain, and 12 times larger in the northern coastal plain.



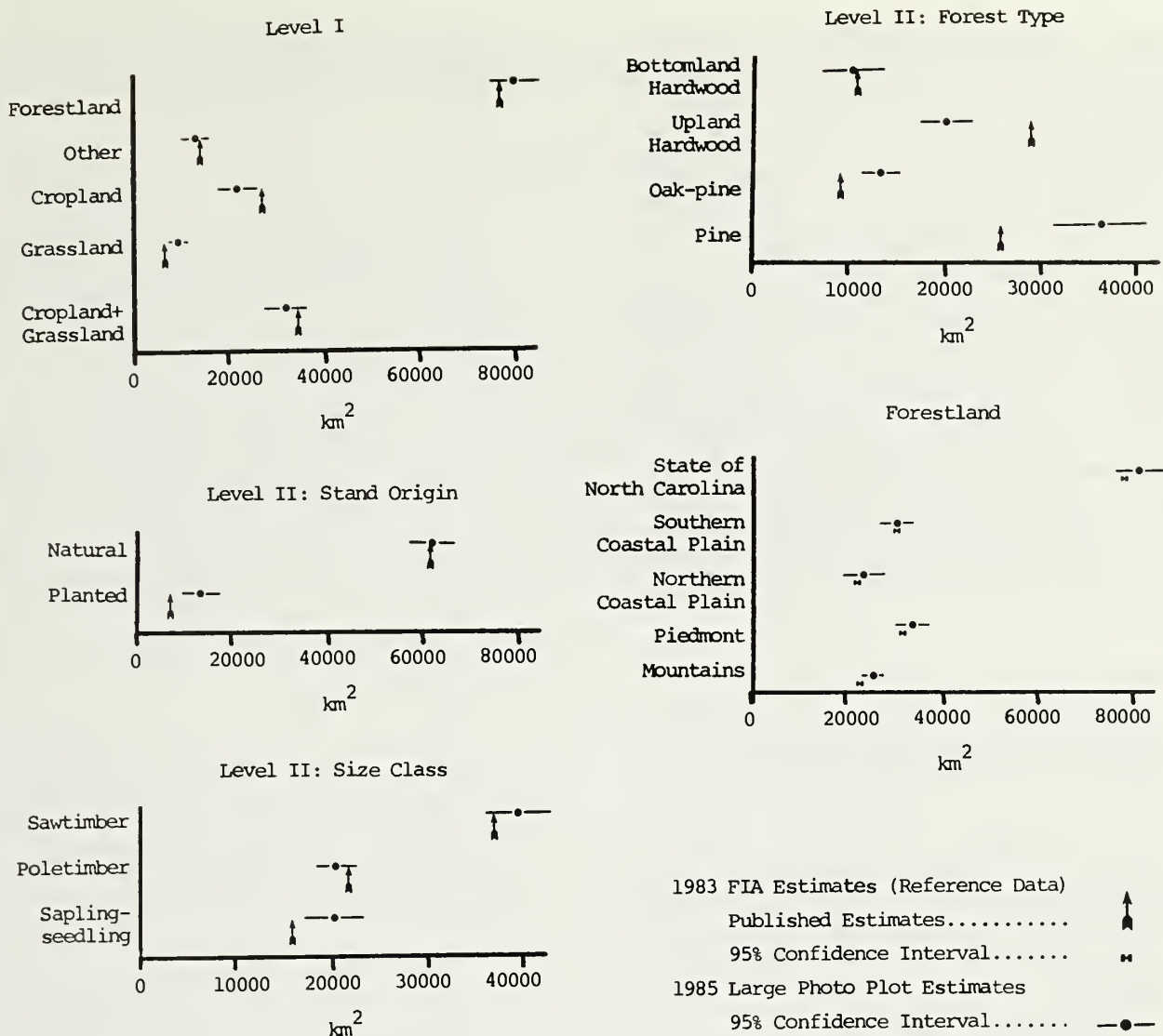


Figure 1. Comparison of land cover area estimates between 1983 FIA data (used as reference) and 1985 photo plot estimates

However, the FIA estimates for Level II classes (table 1) require data from an additional 5,355 ground plots.

The photointerpreter, who mapped the vegetation on all 111 400-hectare photo plots, noticed a large number of young planted pine stands. Many appeared to be sawtimber before planting (based on surrounding vegetation and residual standing trees). This observation is consistent with all of those differences (between the FIA and photo plot estimates) that were probably not caused by sampling error alone. Compared to FIA estimates from 1983, the 1985 photo plot estimate of planted forestland is high by 6,800 km<sup>2</sup>; the sapling-seedling estimate is high by 4,700 km<sup>2</sup>; pine and oak-pine estimates are high by 15,500 km<sup>2</sup>; while the estimate for upland hardwoods is

low by 9,500 km<sup>2</sup>. Preliminary assessments of photointerpretation error, using 0.4-hectare ground plots, suggest that most of these differences are not caused by misinterpretations with consistent biases. These differences might be caused by an unknown source of bias in one or both sampling designs; however, extreme care was taken to avoid such problems in both systems, and this is an unlikely explanation. Some, but probably not all, of these differences were caused by sampling errors. The confidence intervals are calculated considering only sampling error; measurement error is assumed negligible. If this assumption is grossly incorrect, then the confidence intervals are too small, and differences between the two inventories which appear significant might not be truly significant.

An unknown portion of these differences could be caused by changes in forest cover between 1983 and 1985. According to the best available independent data <sup>4/</sup>, 1000 km<sup>2</sup> of pine plantations were established in North Carolina between the two inventories. (This is based on historical trends between 1974 and 1983.) Therefore, the new photo plot system has probably detected an actual change in land cover, but much of the apparent change is likely sampling error.

The confidence intervals for photo plot estimates are generally ten times greater than those for traditional FIA estimates; however, the photo plot estimates for forest cover area are much less expensive and can be repeated more frequently. The traditional FIA techniques are more precise and produce much more information than area estimates (e.g., estimates of existing wood volume, tree diameter distributions and tree counts, and annual growth and mortality rates). Each sampling approach could complement the other in order to produce more timely and adequately detailed information for National Planning in the United States.

#### Literature Cited

1. Alig, Ralph; Wyant, James G., Projecting regional area changes in forestland cover in the U.S.A. *Ecological Modelling* 29:27-34; 1985.
2. Barnard, Joseph E. A survey to assess the effects of atmospheric deposition on forest vegetation. In: *Inventorying and monitoring endangered forests*; 1985 August 19-24; Zurich, Switzerland; Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903, Birmensdorf, Switzerland. 1985: 197-200.
3. Buckman, Robert E; Van Sickle, Charles. Resource change information is the key to Forest Service planning. In: *Renewable resource inventories for monitoring changes and trends*; 1983 August 15-19; Corvallis, OR; SAF 83-14. 1983: 24-27.
4. Cochran, William G. *Sampling techniques*. New York: John Wiley and Sons; 1977. 428 p.
5. Conrad, Jim. The conservation reserve: tree-planting windfall or tilting at windmills. *American Forests* 92(9):12-54; 1986.
6. Frayer, W. E.; Beltz, Roy C. Loss of bottomland hardwoods in the Mississippi alluvial plain. In: *Inventorying and monitoring endangered forests*; 1985 August 19-24; Zurich, Switzerland; Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903, Birmensdorf, Switzerland. 1985: 307-309.
7. Knight, Herbert A. The pine decline. *Journal of Forestry* 85:25-28; 1987.
8. Kuchler, A. W. 1985. Potential natural vegetation. *National Atlas of the United States*; U.S. Department of Interior; U.S. Geological Survey; (1 map sheet). 1985.
9. Reynolds, M. Estimating the error in model predictions. *Forest Science*. 30:454-469; 1984.
10. Sampson, Neil. Forestry incentives: at the crossroads - again. *American Forests* 92(9):10-50; 1986.
11. Schmidt-Haas, P. Monitoring change with combined sampling on aerial photographs and on the ground. In: *Arid land resource inventories: developing cost-effective methods*; 1980 November 30-December 6; La Paz, Mexico. *USDA Forest Service General Technical Report WO-28*, Washington, D.C. 1981: 383-388.
12. Schreuder, H. T.; Snook, P. W.; Czaplewski, R. L.; Catts, G. P. A proposed periodic national inventory of land use and land cover change. In: *Proceedings, 1986 ASPRS-ACSM Fall Convention*; 1986 September 28-October 3. Anchorage, Alaska. 1986: 255-264.
13. Sheffield, Raymond M.; Knight, Herbert A. *North Carolina's Forests*. Resour. Bull. SE-88. Asheville, NC. U.S. Department Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station; 1986. 97 p.
14. Sorenson, Harold W. *Kalman filtering: theory and application*. New York: IEEE Press; 1985. 475 p.

---

<sup>4/</sup> Noel Cost, USDA Forest Service, personal communications.

QUANTIFICATION OF THE SURFACE AREA OF FORESTRY LANDS IN THE  
REPUBLIC OF NIGER USING A REMOTE SENSING AIDED MAPPING PROCEDURE 1/

Dr. Steven J. Daus 2/  
Mamane Guero 3/

---

Abstract--In response to an expressed need by the government of the Republic of Niger, a systematic mapping procedure was developed to determine the location, and total surface area, of forested lands in Niger. The procedure developed is appropriate for: 1) the nature and value of the resources to be mapped and evaluated, 2) the types of base datas available for use in the procedure, and, 3) the relative capabilities of the Nigerien Forestry Service and its personnel. The approach defined and applied included production of a base map showing distribution and surface areas of basic resource units and subsequent interpretation of this map to produce the thematic map showing distribution and surface area of forested lands. Major aspects of the procedure included a regional stratification of the study zone through interpretation of LANDSAT MSS imagery, collection of ground data, and extrapolation of the site specific data through interpretation of medium scale aerial photography. Of major importance in the extrapolation process has been the development of a photo interpretation key to systematize the interpretation of the aerial photos.

---

### Introduction

The results presented in this paper are those from work completed at the Resources Inventory and Monitoring (RIMS) section of the Forestry and Land Use Planning (FLUP) project. This project is funded under the cooperative agreement #683-0230, between the United States Agency for International Development (USAID) and the government of the Republic of Niger (GON). The primary aim of this bilateral project is to establish within the National Forest Service (NFS) of the GON a unit capable of conducting resource inventories and providing technical assistance regarding use of the information in the planning process. This unit, the Service of Planning and Documentation (PDS), would contribute information and technical assistance primarily at the planning level within the GON.

The RIM section was established within the structure of the FLUP project in order to: 1) develop and implement resource inventory and monitoring methods appropriate to the various information needs of the GON, and 2) train GON forestry personnel in the planning and conduct of such inventories. It is intended that the developed capabilities

of the RIM section, both the procedures instituted and the personnel trained, will become an integral part of the PDS.

### Surface Area of Forest Lands: A Primary Information Requirement in Natural Resource Planning and Policy

A primary information requirement when conducting forest resource use and management planning is the total area covered by forest vegetation, and its distribution within the area of interest. An estimate of 14,000,000 hectares of forested land has been proposed, but this estimate has not been based on a systematic mapping and estimation procedure and has not been incorporated in specific forestry policy or management decisions. A primary objective of the RIM section is to provide this information through the application of an objective and systematic procedure, so that the surface area figures can be used with confidence.

### Determining the Surface Area of Forested Lands in Niger

#### Selection of the Basic Approach

During the identification of the basic approach to the forestry land mapping problem several important aspects were considered. Firstly, the approach identified would have aspects of research application due to the lack of previously completed mapping efforts in the Sahel. The approach did have many elements of the single example, the Mali Land Use Mapping project, completed in 1981. A second consideration is the combination of the relatively low economic value of the resource and its very low

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Consultant in Inventory Science, Resources Inventory and Monitoring section, Forestry and Land Use Planning project, USAID #683-0230, Niamey, Niger.

3/ National Forest Service, Republic of Niger, Chief; Resources Inventory and Monitoring section, Forestry and Land Use Planning project, Niamey, Niger.



concentrations. This eliminates from consideration approaches which have high costs per unit of area inventoried. A third is the appropriateness of the approach with respect to the capabilities of the GON Forestry Service and its personnel. The approach could not include procedures which are highly complicated, require equipment which is difficult to operate and/or maintain in conditions found in developing countries, and rely heavily on the judgement and experience of the inventory personnel. Lastly, the approach must maximize the use of work and/or source data in existence and available to project personnel.

The approach identified included two basic operations: 1) the production of a base map showing the distribution of general resource categories, and 2) the production of a more specific (or thematic) map through the interpretation of the base map. In the Sahelian environment, where the subject resource is in a very low density and widely distributed, and accessibility is a problem, the approach used in the Mali Land Use Mapping project for producing a base map has proven to be the most appropriate. Evaluation of the map products from this project showed that the types of categories mapped were appropriate for subsequent interpretation and generation of various thematic maps. The specific approach selected for application in the Nigerian situation is characterized by the following elements:

- general stratification of the entire study area, creating units of a specified minimum size and homogeneity using LANDSAT MSS image interpretation
- collection of ground data in order to define ground conditions characterizing each of the map units identified in the regional stratification
- elaboration of the base map showing geographical distribution of general resource units
- interpretation of the base map categories and elaboration of the map showing the distribution of defined forestry land categories

## Study Zone

The study zone for which forested area will be determined is shown in Figure 1. This zone was defined in collaboration with NFS planning personnel, and in consideration of several aspects. This zone is basically the arable portion of Niger, and as such, has the highest capability for forestry production, management related returns and/or risk of degradation from the competing land uses. It is also the zone for which several forms of base data are available, including complete coverage by LANDSAT satellite imagery and aerial photography.

Also shown in Figure 1 is the area where initial test applications of the mapping procedure has been completed. This area, indicated by cross-hatching includes the two arrondissements of Mirria and

Matameye, and covers a total surface area of 12,000 square kilometers.

## Specific Products to be Generated in the Mapping and Estimation Procedure

The primary product required by the NFS in order to initiate its specific planning is a map showing where the various types of forestry lands are located and what is their surface areas are. The maps are to be on an arrondissement-by-arrondissement basis and are to be at a scale of 1/200,000. The maps are to be in blue line paper format permitting economical reproduction and are to be accompanied with a report giving the specific conditions associated with each mapped category and their surface areas.

Two other products, both intermediate types used in the procedure, are worthy of mention and will be discussed in this paper briefly. These are the base map itself and the photo interpretation key.

## Data Sources Used in the Mapping and Estimation Procedure

The primary data sources used in the production of the base map and subsequent forestry lands mapping include: 1) LANDSAT MSS data in false color infrared format (bands 4, 5 and 7) reproduced at a scale of 1/200,000, 2) medium scale aerial photography, acquired at scales of 1/60,000 and 1/70,000 in 23cm X 23cm, black and white format, 3) topographic maps prepared by the French Institut Geographique National at a scale of 1/200,000, and 4) ground data.

## Specific Procedures Utilized in the Production of the Initial Base Map

The following sections will detail the procedures for generating the base maps. The elements of this procedure will include the initial stratification of the study zone into natural regions, further breakdown of each natural region into units with homogenous LANDSAT reflectances, the collection of ground data to characterize each of these separate reflectance types, the extrapolation of the site specific ground data by means of the medium scale aerial photography, and the elaboration of the final base map.

Initial Stratification of the Study Zone--The zone indicated in Figure 1 was initially divided into 26 sub-zones, called natural regions. These regions were identified by characteristic combinations of the LANDSAT reflectances and represented zones of similar geology, soils associations, climate, land use patterns, and vegetation community types. The lines separating each natural region were first placed as a result of interpretation of a black-and-white mosaic of the LANDSAT images at a scale of 1/2,500,000. The placement was then refined using the CIR format LANDSAT images at the scale of 1/200,000.



Figure 1--A map of the Republic of Niger showing the area addressed. This zone is the arable portion of Niger and lies below the 16th parallel. This figure shows the limits of the 26 natural regions and the two arrondissements where the application trials were completed. The two trial arrondissements are indicated by the cross-hatching. In these two political divisions the entire procedure has been completed from the production of the base map to the estimation of forested surface area.

Stratification Within the Natural Regions--Each natural region is then stratified into sub-regions homogeneous from the standpoint of LANDSAT reflectance. These sub-region, called "cartographic units", or CU's, are generally not less than 25 square kilometers in contiguous surface area, and are characterized by a single distinct terrain condition or a homogenous of several. These CU's, with their associated minimum mapping area, were a functional necessity due to the 1/200,000 mapping scale, and were found to be appropriate to the use of the information at the planning level.

Ground Data Collection--The objective of the collection of ground data was to define the specific ground conditions represented by each LANDSAT reflectance. With an initial assumption of a fairly high correlation between actual ground conditions and the LANDSAT image, ground data collection sites were identified in as many of the different LANDSAT signature types as was feasible. Each site was selected based on its representativity of a major, or important, reflectance type and its accessibility by road.

At each selected site the data collected included: 1) a detailed list of vegetation species and an ocular estimate of their relative cover percentage, 2) a description of the physical characteristics of the soil profile, 3) a description of the land form including gross form and details of the terrain configuration, 4) a description of the present and past land use, and 5) an assessment of

the effects and/or impacts of these uses. At some of the sites vegetation species cover percentages and vegetation height data were systematically collected using a series of linear transects. In order to permanently record the location of each field data collection site the IGN aerial photos were interpreted for the exact location and the position marked by piercing the photo with a pin and annotating the site number on the back. Each site was also similarly located and marked on the LANDSAT images and the topographic maps.

Development of the Mapping Units Presented on the Base Map--The next step in the production of the base map is the definition of the ground conditions represented by the map units presented on the final base map. In order to present units which were general enough to be re-interpreted for the purpose of making thematic maps they had to represent several different ground conditions. The units developed represented tracts of land area with homogeneous conditions of land form, physical soils descriptions, vegetation community and land use. The several types of ground data types from approximately 1,200 sites were analysed and 52 specific units, called "terrain units", were established. These units were composed of two principal levels of descriptions: a general description of field conditions found throughout the study zone, and a more detailed one presenting the conditions characteristic or each of the natural regions.

The units were established in the following manner.



Each site was first classed into a general landform type based on its appearances on the IGN aerial photography. The groupings were further refined using specific conditions of the terrain surface. Then soils descriptions and vegetation community characteristics were evaluated and if further breakdowns were required more specific units were established. It was at this point that the natural region stratification became a factor in the establishment of the more detailed units. If variation in the soils and/or vegetation conditions was noted in the more general units defined by landform and terrain configuration, and if the variation could be correlated with the natural region breakdown, then individual terrain units were created for each of the natural regions. The more general groupings, ie. those defined by homogeneous conditions of landform and/or terrain configuration, can be found throughout the zone and are called terrain unit series, and the more detailed units, specific to each natural region, the terrain units. The map code for each terrain unit then carries, where necessary, a three-place number identifying the series, and then a Roman numeral number identifying the natural region.

A single brief example is the series 841 with all of its locals variations associated with change in natural region. The series description includes information regarding: the landform category, variations in surface condition or configuration, general soils type, and general aspects of the vegetation community. Each terrain unit description specific to a natural region includes information regarding specific landform type, specific terrain condition or configuration, specific soils profile descriptions, characteristics of the vegetation community (including individual species dominating the composition), a matrix showing the vegetation species found at each of the ground sites used to define the unit, the site numbers themselves, and stereograms examples of the unit.

Extrapolation of the Site-specific Ground Data to Produce the Base Map--Once the mapping units, the terrain unit (TU's), have been defined the next step is to determine their geographical distribution throughout the study area and place them on the final base map. The ground conditions specific to each field site were extrapolated to the entire study area using interpretation of the medium scale IGN aerial photography. The aerial photography was selected as the extrapolation implement because it enabled the most accurate prediction of the types of ground data required for the production of the base map. Analysis showed that the use of the LANDSAT MSS imagery would impart too much error in prediction of actual ground conditions, ie. in the ground conditions important in this application, which would not offset the advantage of the synoptic characteristics of the data.

The extrapolation of the site-specific ground data proceeded in the following manner. Using the stratification which created the cartographic units as the base zones were selected within each unit for eventual interpretation using the aerial photos. The zones were selected to be representative of conditions found throughout the particular cartographic unit. For each zone the appropriate aerial

photos were assembled which allowed stereoscopic interpretation of the entire zone. The boundaries of the interpretation zone were transferred to the aerial photos along with the position of any cartographic unit boundary which crossed the zone. The area of the subject cartographic unit was then interpreted using a mirror stereoscope with the aid of a photo interpretation key developed specifically for use with the IGN aerial photography. This key was developed several purposes in mind, and as it is a very important element in the mapping procedure, will be discussed briefly.

The photo interpretation key was developed with three primary objectives in mind. The first was the desire to develop a procedure which could be applied outside the subject zone, and even outside the country of Niger. The use of the photographic examples of each terrain unit eliminated the ambiguity inherent in verbal descriptions. Given a set of the stereogram examples any interpreter could identify the same units given aerial photography with similar format attributes. This permits true regional applicability and aids greatly planning on a regional basis. The second reason involved the large amount of photo interpretation required to map the entire study area. A procedure was required to enable identical decisions to be made at the start of the interpretation process all the way through to the finish. The direct comparison attributes of the key procedure yield this type of consistency. The last reason is, perhaps, the most important in the context of developing nations. The use of a direct comparison key enables interpreters with little training and/or photo interpretation experience to make consistent and accurate identifications. In the context of the FLUP project the NFS personnel come to the RIM section with good administrative and field capabilities but with very little training or experience with aerial photos and their interpretation. The existence of the key permitted involving new personnel in practical work without a long period of technical training.

For each individual terrain unit there are a series of stereogram examples showing "typical" appearances and acceptable variants. Each example consists of a stereogram made from the IGN aerial photography and an actual interpretation of the zone represented by the stereogram. The interpretation shows the distribution of the subject terrain unit and the distributions of its related terrain units.

The interpretation process yields the results shown in Figure 2. Shown are the limits of the interpretation zone, the limits of the cartographic unit, the limits of the interpreted terrain units, and the three number code identifying the particular terrain unit series interpreted. The relative surface area percentage of each terrain unit within the interpreted zone is then determined using a polar planimeter. The results of the interpretation for the zone are considered to be representative for the entire area of the particular cartographic unit and are transferred to the final map in the form presented in Figure 3.

The final map is presented at a scale of 1/200,000 and is published for each arrondissement. Each map shows the boundary of the arrondissement, the limit



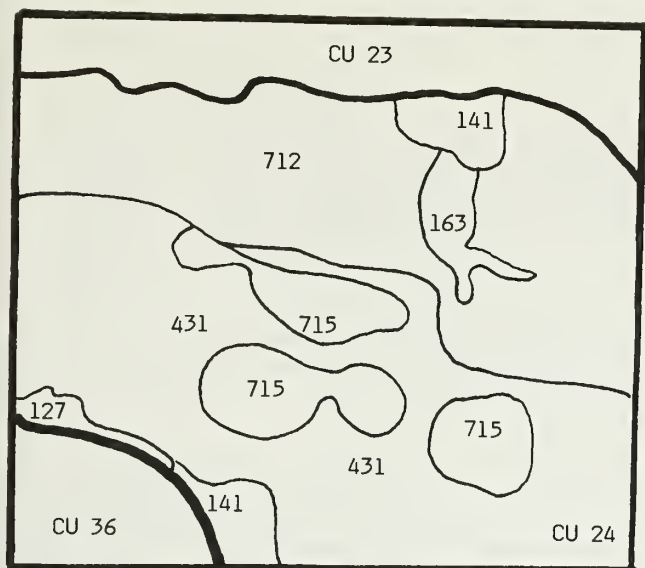


Figure 2--An example of one of the zones interpreted using the IGN aerial photography and the photo interpretation key. Shown are the limits of the cartographic units and taxonomic units, and the number codes identifying the terrain unit interpreted.

of each cartographic unit, and within each cartographic unit, its sequential number in the arrondissement, its surface area in square kilometers, and the list of terrain units identified in the interpretation procedure. Along with the three number code identifying the terrain unit is its surface area percentage as determined in the interpretation procedure.

The information thus presented on the final map permits users of the product to: 1) identify where specific ground conditions occur in the arrondissement, 2) determine the surface areas of each terrain unit in the particular area, and 3) what are the surface areas of each terrain unit observed in the arrondissement. A summary of the

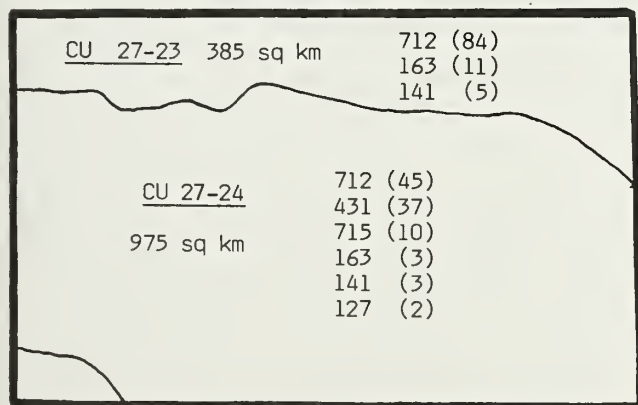


Figure 3--A portion of the final base map published for each arrondissement at a scale of 1/200,000. Shown are the limits of the cartographic units, their identifying number, surface area in square kilometers, and terrain unit contents.

TU	Matameye area (sq km)	Mirria area (sq km)
124	2.7	76.0
127	0.0	32.0
141	54.4	200.7
163	80.6	229.8
221	37.7	35.7
331	72.4	77.9
431	125.1	1208.0
436	12.0	4.9
437	15.8	107.1
512	8.8	1175.6
621	32.2	864.9
625	42.5	43.7
629	1.6	0.0
705	2.2	361.8
715	37.0	965.2
741	1531.6	6170.6
821	0.0	355.4
841	0.0	4.9
845	0.6	0.0
849	6.7	78.9

Figure 4--Terrain units, and their surface areas, in square kilometers, mapped in the two test arrondissement of Mirria and Matameye.

terrain units and their surface areas for the two test arrondissements, Mirria and Matameye, are presented in Figure 4.

#### Estimation of Forested Surface Area

Once the base map, with its generalized mapping categories, is completed subsequent analyses can now provide products specific to individual users requirements. In the application reported on here the requirement is to show where forested lands are located in the study zone. The next step, then, is to evaluate the information content of each terrain unit description with respect to its bearing on forest land, or forest land categories, and produce a map showing the geographical distribution of the defined types.

#### Evaluation of the Terrain Unit Descriptions

The individual terrain unit descriptions include a wide array of information regarding land form and condition, soils type and condition, vegetation community aspects and condition, and land use. The types of information presented in the descriptions must be compared with the specific user requirements with respect to the mapping of forested types. An initial requirement in this process is the definition of what constitutes a forestry type, and conversely, a non-forestry type. In collaboration with Nigerien NFS planning personnel the following category definitions were developed to guide the identification of ground conditions which relate to forestry types.

Taxonomic Unit \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ Evaluator \_\_\_\_\_

Humidity Rating		Species/Cover Percent			Soils		Land Use		Slope		TOTAL FORESTRY VALUE
		0-5%	5-10%	10%+							
a = 1	CM				shallow	"+1"	forestry		"+1"	0-3%	"+1"
	CM				fine		forestry-pastoral				
m = 2	CG						agro-forestry-past		"0"	3-10%	"0"
	CS				deep		agro-forestry				
h = 3	EE				coarse	"-1"	agriculture		"-1"	10%+	"-1"

Figure 5--The analysis sheet used to systematically evaluate the individual terrain unit descriptions relative to their forestry value rating. These ratings were the basis for placement of the terrain unit into one of the defined forestry categories.

Type I--Primary forest land: lands which naturally support forest product yielding vegetation types, and whose primary use is forestry.

Type II--Marginal forest lands: lands which support vegetation types which yield forest products, but would require significant management inputs to exploit them and maintain site capability, and where there is competition for the site from the standpoint of land use.

Type III--Non-forestry lands: land which support vegetation types which do not yield significant quantities of forest products, and forestry is not a considered land use.

With these category definitions as criteria each terrain unit description was systematically evaluated using the analysis sheet shown in Figure 5. This sheet was used to provide the users an indication of the decision pathway which actually placed each terrain unit in a particular forestry type category.

The Final Product: A Map of the Geographical Distribution of Forested Lands and Their Surface Areas

The analysis procedure using the data sheet shown in Figure 5 yielded the results presented in Figure 6. For the two test arrondissements six terrain units were placed in the primary forest category, six in the marginal and eight in the non-forestry type. Also shown are the surface areas for each terrain unit, the category total and the relative percentage of the arrondissement (in parentheses under the total surface area). The map accompanying the surface area summaries is published at the same scale as the base map, 1/200,000, and highlights those cartographic units which have high concentrations of primary forest types.

#### Critical Evaluation of the Production of the Base Map and Subsequent Determination of Surface Area of Forested Lands

The objective of the work presented in this paper was to develop and test in an application a procedure for determining the surface area of forested lands. Inherent in this objective was the aspect that the procedure must produce the results, and,

CATEGORY I			CATEGORY II			CATEGORY III		
TU	AREA sq km		TU	AREA sq km		TU	AREA sq km	
	Ma	Mi		Ma	Mi		Ma	Mi
141	54	201	124	3	76	163	81	230
431	125	1208	127	0	32	221	38	36
437	16	107	436	12	5	331	72	78
625	43	44	512	9	1176	629	2	0
841	0	5	621	32	865	705	2	362
845	1	0	821	0	355	715	37	965
						741	1532	6171
						849	7	79
TOTAL 239 1565			56 2509			1771 7921		
(12) (13)			(3) (21)			(85) (66)		

Figure 6--The results of the evaluation of the terrain unit descriptions with respect to their forestry attributes. Shown are the terrain units (TU's) placed in each of the three categories, their surface areas (in square kilometers) in each of the test arrondissements: Matameye (Ma) and Mirria (Mi), the category total for each of the arrondissements, and their relative percentages.

must be operable given the conditions of support capability and personnel qualifications of the Nigerien NFS. Critical evaluation of the procedures and results from the test application indicate that the objectives have been met. After an appropriate period of training the NFS personnel were able to implement all procedures for producing the base map and the subsequent determination of forested surface area. The procedures do not depend on complex techniques, nor do they require complicated or fragile equipment. In presentation of the results to the potential users in the NFS planning service, the PDS, discussion indicated a high level of understanding of the procedures used to produce the documents and figures, and therefore confidence in the validity of the figures. The ultimate measure of the worth of the procedure and the validity of the products is that the results have already been included in the forestry sector planning processes currently under way in the Republic of Niger.



**Resumen.**— El desarrollo vertiginoso de las técnicas más modernas de Teledetección que se han desarrollado en los últimos años, ha dado la oportunidad de contar con una amplia variedad de información sobre la detección, cuantificación y caracterización de los recursos naturales de grandes regiones del mundo o de áreas pequeñas de interés específico en un tiempo relativamente corto. El inventario y monitoreo de los recursos forestales del trópico no han escapado a esta técnica de evaluación, en este trabajo se presenta de manera general el uso más adecuado de los Sensores Remotos, tomando en consideración los diferentes niveles de información que requiere un Inventario Forestal de acuerdo a los objetivos del estudio.

**Abstract.**— The accelerated development of Teledetection techniques in the last years, has offered the opportunity having a wide variety of information regarding detection, quantification and characterization of natural resources of great regions of the world of small areas of specific interest in a relatively short period of time. The inventory and monitoring of the tropical forest resources are also included in this evaluation technique, this paper presents a wide vision of the more adequate use of Remote Sensing, taking into consideration different levels of the information required by a Forest Inventory according to the objectives of the study.

## Introducción

Actualmente los recursos naturales del trópico se encuentran en un intenso proceso de cambio, debido al crecimiento de la población y a la necesidad de transformar grandes áreas para la agricultura, la ganadería, los establecimientos industriales, los asentamientos de nuevos centros de población, incendios forestales y aprovechamientos de diversos satisfactores de la población rural. Sin embargo, en la mayoría de países que poseen bosques tropicales, no han previsto el cambio irreversible que el deterioro de la cubierta vegetal puede causar a la humanidad en el futuro, si no se toman las medidas necesarias para conservar y mejorar los recursos naturales de las zonas tropicales. Estas acciones se pueden prever, a través de evaluaciones periódicas de la vegetación con el empleo de Sensores remotos, con lo cual se puede contar con información confiable, eficiente y oportuna, que sirva de base para la planeación y toma de decisiones, sobre los aprovechamientos y cambios de uso

del suelo en las regiones forestales del trópico.

A pesar del interés que han mostrado las autoridades y personas relacionadas con la planificación y la administración de los recursos forestales, por conocer con exactitud, rapidez y veracidad la cuantía, las características y los cambios que éstos experimentan a través del tiempo, aún contando con el auxilio de las técnicas de teledetección a que haremos referencia, no ha sido posible debido a diversas razones, entre las que podemos mencionar las siguientes: dependencia tecnológica, falta de personal capacitado, falta de coordinación institucional e indefinición de políticas de trabajo y planificación acordes con las necesidades y niveles de información que requiere cada estudio. Los Sensores Remotos constituyen en la actualidad una valiosa herramienta de trabajo con gran potencial de información, con los cuales, -- usados adecuadamente nos podrían proporcionar en un tiempo razonablemente corto, información sobre las características y condiciones en que se encuentra la vegetación del trópico.

1/ Ponencia presentada en la Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo Evaluación de Tierras y Recursos Naturales para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales (Chetumal, México, enero 25 al 31 de 1987).

2/ Ingeniero Pedro García Mayoral, Jefe del Departamento de Cartografía de la Subdirección del Inventario Nacional Forestal de la Dirección de Apoyos a la Actividad Forestal, de la Dirección General de Normatividad Forestal, SARH., México, D.F.

## Antecedentes

En la actualidad son innumerables los Sensores Remotos que se usan en aplicaciones prácticas y para investigación en diversos campos, entre los que podemos citar los siguientes: Satélites para Comunicación, Meteorología, Oceanografía, Fines Militares y para Estudios y Observación de Recursos Naturales.

El estudio de los recursos naturales mediante el empleo de métodos y técnicas de teledetección, se encuentra directamente ligada al descubrimiento y desarrollo tecnológico del equipo e instrumentos empleados para este fin, de esta manera como en todo proceso de desarrollo de la sociedad, se presentan diversas etapas, desde la toma de información directa de los recursos u objetos por evaluar, posteriormente el empleo de las primeras fotografías aéreas tomadas desde globos y su impresión para su análisis posterior, hasta la época actual, en que en unas cuantas imágenes puede ser captado nuestro planeta desde el espacio ultraterrestre, con una periodicidad de unos cuantos días u horas y poder transmitir las noticias de un Continente a otro.

A partir de los años 60's se inicia la observación y aplicación de la teledetección espacial al estudio de los recursos naturales, la información captada por estos sensores es almacenada y analizada en forma digital, se emplean otros rangos del espectro electromagnético, logrando captar información sobre características del terreno y de los objetos que no pueden observarse a simple vista, nuevos productos químicos y procesos de laboratorio, así como la toma simultánea de diferentes Sensores y Barredores Multiespectrales, los cuales nos proporcionalan información en el rango visible, infrarrojo cercano e infrarrojo térmico, esta información puede ser impresa en papel o positivo en color y blanco y negro o grabadas en cintas digitales para ser analizadas en computadora, esta nueva tecnología presenta grandes ventajas para cierto nivel de información sobre las fotografías aéreas convencionales, entre estas ventajas podemos citar las siguientes: cobertura de grandes áreas, periodicidad, almacenamiento, análisis y procesamiento digital por computadora de la información, obtención de resultados con mayor rapidez, reducción de tiempo y costo en trabajos de grandes extensiones con fines de reconocimiento. Sin embargo; también presentan limitantes para el estudio de recursos naturales, en el caso de estudios forestales para manejo, aprovechamientos forestales, estudios a nivel de predio o para el manejo de cuencas hidrográficas, en donde se requiere de resultados estadísticos y cartográficos detallados, no es recomendable el empleo de información por satélite, debido a que el poder de resolución de estos materiales no aportan resultados como los que pueden obtener a través de fotografías aéreas convencionales, por tal motivo, las fotografías aéreas seguirán siendo los materiales más empleados para el estudio de los recursos vegetales del trópico con fines industriales, regulación de aprovechamientos y estudios específicos.

#### Características que deben tomarse en cuenta para la Clasificación de la Vegetación en Zonas Tropicales, Mediante el Uso de Sensores Remotos.

Uno de los aspectos de gran importancia que se deben tomar en cuenta para la clasificación de vegetación en el trópico a través de Sensores Remotos, además de conocer las características de los materiales (fotográficos o información digital), se deberá tener pleno conocimiento de las condiciones

del terreno y las características de la vegetación en cuanto a su distribución geográfica, asociaciones, estructura horizontal y vertical, especies dominantes, frecuencia de especies y reflexión espectral.

Por otro lado, deberán tomarse en cuenta las características del clima, topografía, ausencia o presencia de agua, condiciones del suelo, aspectos geológicos, exposición, influencia humana ya que en cuanto el hombre se pone en contacto con las áreas cubiertas con vegetación, se inicia el proceso de cambio ya sea en forma positiva para la conservación o restauración o para el deterioro y transformación que es lo más común en las zonas tropicales. Es importante también tener conocimiento previo del área por trabajar, para lo cual se recomienda recorrer el terreno las veces que sea necesario, este recorrido puede ser terrestre o aéreo, dependiendo del acceso y de la información que se requiera.

Otro aspecto a considerar, es el conocimiento de las características de los Sensores Remotos por emplear, en cuanto a sus ventajas y limitantes ligadas estrechamente al nivel de información y a los objetivos del estudio. En este caso es importante considerar si el sensor es fotográfico o no fotográfico, la escala y la resolución. En el caso de sensores fotográficos, las fotografías aéreas pancromáticas en blanco y negro, tienen las siguientes características: funcionan en el rango visible y abarcan desde 0.38 hasta 0.75 M.C. generalmente para este tipo de fotografía, se utiliza un filtro amarillo con el fin de eliminar la luz ultravioleta, esta es la fotografía comunmente más empleada para estudios forestales. La fotografía infrarrojo blanco y negro, comprende el rango de 0.7 a 0.9 y hasta 1.10 M.C., la radiación infrarroja es absorbida por el agua, por este motivo en estas fotografías el agua aparece en tonos oscuros, es muy útil para diferenciar áreas inundables, en el caso de la vegetación tropical, las latifoliadas son altamente reflectivas, por consiguiente aparecen en tonos claros, el costo es más alto que la película pancromática, requiere de mayor cuidado y de características especiales de exposición, así como de filtros para poder obtener buena calidad fotográfica. Infrarrojo color, son muy empleadas para detectar el estado fisiológico y vitalidad de la vegetación, debido a la alta absorción del agua en la banda infrarroja, los cuerpos de agua pura son reflejados sobre la fotografía en tonos azul o negro, los diferentes tonos de azul son causados por sedimentos y por la profundidad del agua. En el caso de estudios forestales, estos materiales pueden tener un amplio uso especialmente es la detección de plagas y enfermedades.

Fotografías multiespectrales. Consisten en la toma simultánea de imágenes fotográficas del mismo lugar en diferentes bandas del espectro electromagnético, finalmente se tienen las imágenes de Radar y las obtenidas por satélites (LANDSAT, SPOT, T.M.), que debido a sus características son de uso muy frecuente y adecuadas para grandes extensiones.



Las plataformas empleadas en percepción remota, - se caracterizan fundamentalmente por la altitud a la cual permiten la observación de la tierra. Con los avances de la tecnología actual, es posible - obtener información desde unos cuantos metros sobre la superficie de la tierra, hasta cientos de kilómetros, como en el caso de satélites de órbitas polares y ecuatoriales, los cuales se encuentran de 200 a 1000 kilómetros de altura o para -- los satélites geoestacionarios ubicados a 35 800 kilómetros de altitud.

De acuerdo a lo anterior, el personal que interviene en los trabajos de evaluación de recursos forestales en el trópico por interpretación de Sensores Remotos, deberá contar con la experiencia - necesaria, pues en el levantamiento de los inventarios forestales, uno de los aspectos de gran -- importancia, es la elaboración de los planos y mapas, los cuales se consideran como documentos en donde se consigna la ubicación, extensión, distribución y caracterización de la vegetación, de donde se obtienen junto con el inventario de campo, los datos sobre superficies, volúmenes e incrementos de las masas forestales, datos básicos que -- servirán para la toma de decisiones.

#### **Nivel del Estudio, Objetivos y Sensor Utilizado.**

El nivel de información que requiere un inventario de recursos forestales, depende de los objetivos del estudio, en base a esto, se deberán seleccionar los materiales y la metodología a seguir para lograr los mejores resultados, pues -- cuando se toma información adicional innecesaria o se omite la toma de algún dato, trae como consecuencia el encarecimiento y retraso del estudio.

Básicamente la información que proporcionan los inventarios forestales son para planeación a diferentes niveles de detalle, en el CUADRO 1 presentado por Nyadonen 1976, basado en S.L. Pringle, se presentan las características que deben llenar los estudios en relación al nivel de información y a los objetivos. Por otro lado, se debe tomar en cuenta la infraestructura de las áreas operativas, el equipo y los materiales necesarios para la ejecución de las actividades, así como el personal capacitado en cada una de las áreas específicas de trabajo.

El avance tecnológico en percepción remota, ha permitido aplicar al estudio de los recursos forestales tropicales, los diversos sensores existentes en la actualidad, tanto en aspectos prácticos, como en investigación. En México se han llevado a cabo estudios en áreas pequeñas mediante -- el empleo de fotografías aéreas convencionales e infrarrojo. A partir de 1972, se llevan a cabo -- estudios para cubrir grandes áreas con imágenes LANDSAT, mediante interpretación visual e interpretación automatizada, diversas dependencias del Gobierno Federal, Gobiernos Estatales, Centros de Investigación y Empresas Privadas han llevado a -- cabo estudios y trabajos en extensas regiones del país, logrando resultados aceptables en cuanto a precisión, sin embargo, el nivel de información -- que estas imágenes nos proporcionan no son aplicables para estudios de mayor detalle, en otros --

países las imágenes de Radar han tenido una amplia aplicación en estudios regionales de grandes extensiones, estas imágenes presentan grandes ventajas debido a que la bruma, el humo y el mal tiempo que existe en las zonas tropicales no les afecta.

#### **Objetivos Generales de un Inventario Forestal.**

Los objetivos de un inventario forestal, en lo -- general van orientados al conocimiento del recurso para diversos fines. Dentro de los que podemos mencionar los siguientes:

- Obtención de información para formulación de -- políticas y toma de decisiones a nivel Nacional, Regional, Local o Específico.
- Organización y administración de las áreas forestales de acuerdo a su importancia, extensión, -- distribución, características geopolíticas.
- Con fines de planeación para ordenación forestal.
- Obtención de información para elaborar programas de aprovechamiento forestal.
- Obtención de información para el establecimiento de industrias forestales.
- Para clasificar, cuantificar y valorar las áreas forestales.
- Estimar y cuantificar los daños y cambios que -- experimenta el recurso forestal.
- Actualizar la información estadística y cartográfica de las áreas cubiertas con vegetación -- forestal.
- Para el establecimiento de áreas de investigación.

Esta información puede ser general o específica como se requiera. En los levantamientos forestales, se recomienda obtener la información en fases o niveles, levantando en cada caso solo los datos necesarios.

Los inventarios forestales elaborados mediante -- Sensores Remotos requieren del uso simultáneo de los datos del muestreo de campo y de las técnicas de fotointerpretación, mientras los materiales -- empleados en fotointerpretación sean los más adecuados, mayor éxito se obtendrá en el estudio. -- En general se puede decir, que el muestreo de campo aumentará en la medida en que se requiera un -- nivel más específico de información.

En el CUADRO 1, se mencionan los niveles de información que se requiere para la toma de decisiones en inventarios forestales tropicales.

**ESQUEMA DE NIVELES DE INFORMACION NECESARIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL  
MANEJO DE BOSQUES TROPICALES**

NIVEL	TIPO DE PLANEACION	HORIZONTE	OBJETIVOS GENERALES
NACIONAL O REGIONAL	SECTORIAL	LARGO PLAZO (25 años)	- DEFINICIÓN DE POLÍTICAS Y PROGRAMAS PARA EL DESARROLLO FORESTAL. - BALANCE ENTRE POTENCIAL DE PRODUCCIÓN Y DEMANDA DE PRODUCTOS FORESTALES.
DESARROLLO INDUSTRIAL	PLANES GENERALES DE MANEJO Y ESTUDIOS INDUSTRIALES DE FACTIBILIDAD.	LARGO PLAZO (20-25 años)	- INDICAR DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA, COSTOS POR SUB-ÁREA PARA PROGRAMAR VOLUMENES DE EXTRACCIÓN Y PROYECTOS INDUSTRIALES.
MANEJO Y ABASTECIMIENTO	EJECUCIÓN DE OPERACIONES.	LARGO PLAZO (20-50 años)	- PROGRAMAR CORTAS EN GENERAL, PRODUCTOS A OBTENER POR PERÍODOS DE 10 años Y CAMINOS.
		MEDIANO PLAZO (5-10 años)	- DEFINIR RODEALES A INTERVENIR, TRATAMIENTOS POR APLICAR Y PRODUCTOS A OBTENER.
		CORTO PLAZO (1 año)	- PROGRAMAR A DETALLE LAS CORTAS Y OPERACIONES A REALIZAR EN EL SIGUIENTE AÑO, RECURSOS HUMANOS, EQUIPO, ETC.
ASPECTOS ESPECIFICOS	ESPECÍFICA SEGÚN NECESIDADES.	VARIOS	- VARIOS, COMO PROTECCIÓN, FOMENTO, DESARROLLO, REGULACIÓN DE USO DEL SUELO, USO MÚLTIPLE, ESTUDIOS INTEGRADOS, MANEJO DE CUENCAS, ETC.

**Nivel Nacional o Regional**

Este nivel está enfocado a la obtención de información del Territorio Nacional o al Nivel Regional, el cual puede abarcar uno o varios estados con características similares.

**Objetivos**

Los objetivos son de gran visión o exploratorios, a través de estos estudios se pueden detectar y evaluar los cambios de uso del suelo, las áreas forestales con mayor potencial económico y las áreas con menores posibilidades de desarrollo forestal. En base a estos datos y a otros relacionados con las características generales del terreno en cuanto a comunicaciones, distancia a los grandes centros de población, clima, topografía y accesibilidad, se definen estudios más detallados.

**Materiales y Sensores Utilizados.**

Para la elaboración de estudios de este nivel, se pueden tener tres opciones dependiendo de los materiales de que se disponga.

1. En el caso de no existir cubrimientos aerofoto

gráficos, imágenes de satélite u otros materiales, se emplearán cartas o mapas topográficos existentes en la región, sobre éstos se delimitarán las masas arboladas, así como la información sobre otros usos del suelo y las características más relevantes del área estudiada.

2. Existencia de imágenes de satélite (LANDSAT, SPOT, RADAR u Otros). En el caso de imágenes, éstas son tomadas a gran altura, cubren grandes extensiones de terreno, la información puede ser almacenada en forma numérica para su análisis e interpretación digital posterior, en el caso de tener imágenes fotográficas o positivos en película, ya sea al tamaño o amplificadas, estas se pueden interpretar en forma visual, ya sea combinando una banda con otra o en una sola banda.
3. Existencia de fotografías aéreas.- En este caso se recomienda el uso de fotografías de escala 1:60 000 a 1:90 000 o menores, con las que se obtendrán los resultados deseados.

Para obtener la información en este nivel, los pasos a seguir en forma general serán los siguientes: cuando no se cuenta con imágenes LANDSAT, Radar, fotografías aéreas u otros materiales semejantes, los trabajos se llevarán a cabo a través



de la recopilación de la información existente, reconocimientos aéreos y terrestres al área de estudio. En el caso de existir imágenes LANDSAT -- los trabajos de fotointerpretación se deberán hacer de la manera indicada en el punto número 2 de este capítulo, lo mismo se hará en el caso de -- existir fotografías aéreas, además del apoyo que nos brindan estos materiales, deberán obtenerse -- información del terreno.

Los resultados que se pretenden obtener, son básicamente las superficies, volúmenes y las características generales de las masas arboladas, así como las condiciones de uso del suelo. La escala -- de la cartografía más recomendable tomando en consideración los materiales empleados y el nivel de información, es de escala 1:250 000 a 1:500 000. En el CUADRO 2 se resumen las características para este nivel de información.

CUADRO 2

OBJETIVOS, SENSOR Y CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA EL NIVEL  
NACIONAL O REGIONAL

N I V E L	O B J E T I V O S	SENSORES REMOTOS, MATERIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS
NACIONAL O REGIONAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DE LAS MASAS FORESTALES.</li> <li>2. DETECCIÓN DE ÁREAS EN PROCESO DE CAMBIO DE USO DEL SUELO CON DIVERSOS FINES.</li> <li>3. DETERMINAR ÁREAS POTENCIALES PARA EL DESARROLLO FORESTAL.</li> <li>4. DESTACAR ÁREAS SIN POSIBILIDAD DE DESARROLLO FORESTAL.</li> <li>5. CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRENO.</li> <li>6. DETECCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y ÁREAS DEGRADADAS.</li> <li>7. OBTENER INFORMACIÓN GENERAL SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES QUE NOS PERMITA PLANEAR ESTUDIOS MÁS DETALLADOS.</li> </ol> <p>- PARA LA TOMA DE DECISIONES Y POLÍTICAS DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO FORESTAL.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CARTAS BASE EXISTENTES (TOPOGRÁFICA U OTRAS)</li> <li>- IMÁGENES LANDSAT, ESCALA ORIGINAL 1: 3 369 000 CON POSIBILIDAD DE AMPLIFICACIÓN, ALTURA DE VUELO 900 KM., COBERTURA 3.4 MILL. DE HECTÁREAS 185 x 185 KM RESOLUCIÓN 80 x 80 M. Y 30 x 30 M. CON EL MAPEADOR TEMÁTICO, CUBRE DIVERSOS RANGOS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO, PROCESAMIENTO DIGITAL DE LOS DATOS, IMÁGENES MULTIESPECTRALES, REPETITIVAS CADA 9 DÍAS.</li> <li>- IMÁGENES SPOT, (ESCALA ORIGINAL 1: 400 000 CON POSIBILIDADES DE AMPLIFICACIÓN A ESCALA 1: 50 000, ALTURA DE VUELO 832 KM, COBERTURA 60 x 60 KM IGUAL A 3 600 KM<sup>2</sup>, RESOLUCIÓN 20 x 20 y 10 x 10, INTERPRETACIÓN VISUAL O DIGITAL DE LOS DATOS, IMÁGENES REPETITIVAS CADA 6 DÍAS.</li> <li>- IMÁGENES DE RADAR (ESCALA ORIGINAL 1: 250 000 Y 1: 400 000, RESOLUCIÓN 10 x 10 M.</li> <li>- FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE ESCALA 1: 60 000 A 1: 90 000.</li> <li>- RECONOCIMIENTOS EXPLORATORIOS.</li> <li>- ESCALA DE LA CARTOGRAFÍA: 1: 250 000 - 1: 500 000.</li> </ul>

Como referencia acerca de los alcances de las nuevas técnicas de teledetección, se menciona lo siguiente: en el marco del sistema mundial de vigilancia del medio ambiente, la FAO y el PNUMA, -- acordaron efectuar una evaluación de la situación actual de los recursos forestales tropicales del mundo. Este proyecto fue firmado el 8 de noviembre de 1978 por estos dos Organismos, se inició -- en diciembre del mismo año y se concluyó en junio de 1981.

Los resultados obtenidos en este proyecto se presentan para las tres grandes regiones con vegetación tropical (Africa, Asia y América), los datos

obtenidos para América, en cuanto a la superficie desforestada anualmente, es del orden de 4.1 millones de hectáreas, más 1.0 millón aproximadamente de tierras que se encuentran con vegetación abierta, recientemente perturbadas en proceso de recuperación o preparación para otros usos. Para la obtención de los resultados de este proyecto, se siguió el método de evaluación del primer nivel que se menciona en este trabajo, a través de la información que proporcionó cada país apoyados con -- Sensores Remotos especialmente con imágenes LANDSAT, como es de entender, los resultados se obtuvieron en un tiempo relativamente corto si tomamos en cuenta las grandes extensiones estudiadas.

## Desarrollo Industrial

La información que se requiere para este nivel de inventario es más detallada, las regiones por estudiar son menos extensas, el objetivo es seleccionar áreas para el desarrollo de proyectos de tipo industrial.

### Objetivos

Para este nivel de información es necesario delinear mediante fotografías aéreas, las áreas forestales de mayor interés económico, conocer su superficie de acuerdo a los diferentes rodales delimitados conforme a la clave de fotointerpretación, los usos de la tierra diferentes al uso forestal, deberán delimitarse y considerarse por separado para el análisis de la información, para la caracterización de los rodales se deberá tomar en cuenta la estructura de la masa forestal tomando en consideración las especies o grupos de especies comerciales, su delimitación y ubicación. En base a los trabajos de fotointerpretación y con la información del inventario de campo, se determinan las áreas de interés comercial, a través de los datos de volumen y posibilidades de corta, se elaboran tablas sobre distribución y calidad de productos, por otro lado se analiza mediante fotointerpretación la red de caminos, características topográficas del terreno, lo cual nos servirá para la elaboración de programas de aprovechamiento y extracción de los productos, finalmente se determinarán los costos del proyecto.

### Materiales y Sensor Utilizados.

El nivel de información para estos estudios, requiere del uso de fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro en primer término, de escala que puede variar entre 1:25 000 a 1:50 000, el uso de fotografía infrarroja en blanco y negro, en color sería muy útil, sin embargo; su uso se recomienda para estudios más detallados, esto es debido a los altos costos de los materiales. El uso de imágenes LANDSAT, de Radar o de otro sensor, se recomienda solo para el caso de no contar con cubrimientos fotográficos.

Para llevar a cabo los estudios de este nivel, se requiere de la infraestructura necesaria, la cual debe contar con las áreas específicas, el equipo, el personal y los recursos necesarios. Las actividades son más específicas y requieren de mayor atención. Los trabajos de fotointerpretación y elaboración de la cartografía se llevan a cabo, mediante la elaboración de un calendario de actividades, el cual contempla tiempos y costos, considerando desde la obtención de los materiales hasta la presentación del conjunto de planos y el resumen del estudio, en donde se consignan todas las actividades consideradas en la metodología. Actualmente existen equipos para análisis e interpretación de la información, así como para la elaboración de la cartografía en forma automatizada muy sofisticados, que si se manejan adecuadamente, reducen considerablemente el tiempo y por lo consiguientes el costo del estudio.

Los trabajos de fotointerpretación y elaboración de la cartografía, en el caso de emplear imágenes de satélite, se puede hacer de dos formas, por fotointerpretación visual o directa o por interpretación automatizada.

Cuando se usan fotografías aéreas, la metodología de trabajo se lleva a cabo en la forma tradicional.

Los resultados para este nivel de información son de mayor detalle, las superficies se obtienen tomando en consideración la unidad mínima considerada en la clave de fotointerpretación y para su manejo se pueden agrupar por estratos, generalmente se consideran límites de Estados, Zonas, Distrito o Municipio, según sea el caso. La información estadística tanto de superficies como volúmenes, se calcula en base a esta división, en el CUADRO 3 se mencionan las características generales de este tipo de estudio. Las condiciones del arbolado determinan las áreas de mayor interés para proyectos industriales y de extracción, la cartografía deberá presentarse a la escala de 1:25 000 a 1:100 000 dependiendo de la superficie por cubrir, los temas a cubrir son: Mapa Forestal, Topográfico, de División Municipal, Predial y de Uso Potencial, además de datos de tipo socio-económico.



**OBJETIVOS, SENSOR Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ESTUDIOS  
PARA DESARROLLO INDUSTRIAL**

N I V E L	O B J E T I V O S	SENSORES REMOTOS, MATERIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS
DESARROLLO INDUSTRIAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DE USOS DE LA TIERRA (FORESTAL, AGRÍCOLA, PECUARIO, DE USO RESTRINGIDO O TRATAMIENTOS ESPECIALES).</li> <li>2. CONOCER LA VEGETACIÓN FORESTAL POR TIPO Y CALIDAD DE BOSQUE Y SU SUPERFICIE.</li> <li>3. DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE MAYOR INTERÉS ECONÓMICO.</li> <li>4. DEFINICIÓN DE RODALES DE MAYOR INTERÉS ECONÓMICO, A TRAVÉS DE FOTOINTERPRETACIÓN, TOMANDO EN CONSIDERACIÓN CARACTERÍSTICAS SOBRE ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN, CARACTERÍSTICAS DE GRUPOS DE ESPECIES DE MAYOR INTERÉS ECONÓMICO, LA INFORMACIÓN ES MÁS DETALLADA PARA CADA RODAL.</li> <li>5. DETERMINAR ÁREAS DE EXTRACCIÓN PARA PROYECTOS INDUSTRIALES.</li> <li>6. DEFINIR Y DELIMITAR ÁREAS DE INVESTIGACIÓN, ORIENTADAS AL DESARROLLO FORESTAL.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FOTOGRAFÍAS AÉREAS PANCRÓMÁTICAS BLANCO Y NEGRO O DE COLOR (ESCALA 1:25 000 - 1:50 000), EN OCASIONES SE PUEDEN USAR FOTOGRAFÍAS DE ESCALA MÁS GRANDE O MÁS PEQUEÑA.</li> <li>- IMÁGENES DE RADAR (CON POSIBILIDADES DE AMPLIFICACIÓN 1:50 000.</li> <li>- IMÁGENES SPOT,</li> <li>- IMÁGENES LANDSAT</li> <li>- IMÁGENES T.M.</li> <li>- LAS IMÁGENES DE LOS 3 ÚLTIMOS SENSORES SE PUEDEN INTERPRETAR EN FORMA VISUAL O EN FORMA AUTOMATIZADA A TRAVÉS DE COMPUTADORA, TRATANDO DE OBTENER LA MAYOR INFORMACIÓN POSIBLE, DEBEN EMPLEARSE EN LOS CASOS DE NO CONTAR CON FOTOGRAFÍA AÉREA O DE REQUERIR LA INFORMACIÓN EN UN TIEMPO MÁS CORTO, AUNQUE NO SE LOGRAN LOS RESULTADOS DESEADOS.</li> <li>- ESCALA DE LA CARTOGRAFÍA SE RECOMIENDA QUE SEA DE 1:25 000 A 1:100 000 Ó MAYOR, DEPENDIENDO DE LA SUPERFICIE POR CUBRIR.</li> <li>- LOS PLANOS ELABORADOS, DEBERÁN PROPORCIONAR INFORMACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DEL TERRENO, VIAS DE ACCESO Y SELECCIÓN DE ÁREAS DE MAYOR INTERÉS PARA EL DESARROLLO FORESTAL.</li> </ul>

### Manejo y Abastecimiento

A excepción de los estudios específicos, este tipo de trabajo requiere de mayor atención, pues de los resultados que se obtengan, dependerán las decisiones que se tomen para la elaboración de los planes de aprovechamiento y ordenación del recurso forestal.

### Objetivos

A través de la fotointerpretación y con la información del muestreo de campo, se delimitarán los rodales, se determina la estructura de la vegetación, para ésto, es necesario considerar aspectos tales como categorías de alturas y de espesuras - del arbolado con rangos que nos permitan agrupar condiciones y características similares de la vegetación, se deberán tomar en cuenta las especies de mayor interés económico, es de gran importancia en bosques tropicales el analizar las características del suelo, disponibilidad de agua y condiciones de fisiografía. Por otro lado, se debe considerar el número y características del arbolado

del estrato superior, pues por lo general el volumen comercial se encuentra en estos árboles, debe existir una estrecha coordinación entre las brigadas de campo y los trabajos de fotointerpretación. En base a la delimitación de rodales y a la interpretación de otros aspectos relacionados con el recurso forestal, se ubican las áreas de corta y se elaboran los programas de extracción, los datos sobre volúmenes y posibilidades de corta se obtienen para cada rodal, se define y se proyecta la red de caminos de extracción y se analiza en forma integral el recurso, tomando en consideración aspectos de tipo económico y social de la población, tenencia de la tierra, aspectos sobre tipo y grado de erosión, efectos del pastoreo, frecuencia de incendios forestales, plagas y enfermedades y la capacidad de regeneración de la selva. Al tratar todos estos aspectos, se obtienen mejores resultados y se prevée la conservación del recurso.

## Materiales y Sensor Utilizados

Los materiales más adecuados son básicamente fotografías aéreas pancromático blanco y negro en escala 1:10 000 ó 1:25 000, se pueden emplear fotografías aéreas infrarrojo, blanco y negro o color con las mismas características anteriores, en algunos países se emplean ortofotoplanos de escalas variables, por lo general los rangos de escala -- coinciden con los mencionados para las fotografías aéreas.

La secuencia de actividades, tanto para estos estudios como para los estudios específicos, es similar a la que se menciona en los niveles de tipo industrial, solo que la información y los resultados que proporcionan estos estudios son más detallados. En el CUADRO 4, se especifican las características generales de los estudios específicos y de manejo y abastecimiento forestal.

CUADRO 4 OBJETIVOS, SENSOR Y CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA ESTUDIOS DE MANEJO FORESTAL Y ESPECIFICOS

N I V E L	O B J E T I V O S	SENSORES REMOTOS, MATERIALES Y SUS CARACTERÍSTICAS
MANEJO Y ABASTECIMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CONOCER LA ESTRUCTURA DEL BOSQUE, ESPECIES COMERCIALES, DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA, FRECUENCIA, VOLUMENES POR UNIDAD DE SUPERFICIE, ÍNDICES DIFERENTES RELACIONADOS CON LA MASA FORESTAL.</li> <li>2. A TRAVÉS DE FOTOINTERPRETACIÓN CON MAYOR DETALLE, TANTO DE LA VEGETACIÓN COMO POR CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y RECONOCIMIENTOS DE CAMPO E INFORMACIÓN DEL INVENTARIO TERRESTRE, SE OBTIENE INFORMACIÓN DETALLADA, CON LO CUAL, UNA VEZ ANALIZADA SE DEBEN PROGRAMAR LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:</li> <li>3. PROGRAMAR CORTAS Y PRODUCTOS A OBTENER.</li> <li>4. DEFINIR RODALES A INTERVENIR, TRATAMIENTOS POR APLICAR Y PRODUCTOS A OBTENER.</li> <li>5. PROGRAMAR A DETALLE LAS OPERACIONES Y PLANES DE EXTRACCIÓN.</li> <li>6. DEFINIR LAS CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD, CARACTERÍSTICAS DEL SUELO PARA LA EXTRACCIÓN.</li> <li>7. DETERMINACIÓN DE COSTOS.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FOTOGRAFÍAS AÉREAS PANCROMÁTICA BLANCO Y NEGRO -- ESCALA 1: 10 000 - 1: 25 000.</li> <li>- ORTOFOTOGRAFÍAS (ESCALA 1:10 000 - 1: 20 000),</li> <li>- FOTOGRAFÍAS AÉREAS INFRARROJO BLANCO Y NEGRO O COLOR (ESCALA 1: 10 000 - 1: 25 000).</li> <li>- ESCALA DE LA CARTOGRAFÍA: 1: 10 000 - 1: 25 000.</li> <li>- SUPERFICIES POR CUBRIR: VARIABLE.</li> </ul>
ESPECIFICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LOS OBJETIVOS DE ESTOS ESTUDIOS, ESTARÁN ORIENTADOS SEGÚN EL CASO, POR LO GENERAL SE REFIEREN A CUBRIMIENTOS DE PEQUEÑAS ÁREAS EN DONDE SE REQUIERE DE INFORMACIÓN A DETALLE CON FINES DE CONTROL Y PAGO DE IMPUESTOS, CONTROL FITO SANITARIO, ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS, MANEJO DE ESPECIES ANIMALES Y VEGETALES EN PREDIOS PEQUEÑOS, PARQUES NATURALES, ÁREAS DE RECREACIÓN, IMPACTO AMBIENTAL, OBRAS DE INFRAESTRUCTURA, ETC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FOTOGRAFÍAS AÉREAS PANCROMÁTICAS, FOTOGRAFÍAS INFRARROJO BLANCO Y NEGRO Y COLOR, ORTOFOTOPLANOS, EN ESCALA 1: 1 000 A 1: 10 000.</li> </ul>

## Conclusiones

No cabe duda en que los diversos Sensores Remotos que existen en la actualidad, tienen un amplio uso en la detección, cuantificación y caracterización de los recursos forestales tropicales, sin embargo, se siguen haciendo estudios de investigación con el objeto de aprovechar con mayor eficiencia el potencial de información que estos materiales nos pueden proporcionar. Con el lanzamiento de nuevos satélites para el estudio de los recursos naturales y la obtención de información

digital con mayor resolución, tanto en el rango visible como en el infrarrojo cercano e infrarrojo térmico, se tendrá la posibilidad de obtener datos con mayor detalle con la ventaja de cubrir grandes áreas y poder analizar la información almacenada en forma digital a través de computadoras. Sin embargo, es importante considerar, que si bien es cierto que el desarrollo tecnológico en esta materia continúa avanzando, los países que requieren de estos materiales para conocer sus recursos forestales a través de evaluación periódica y poder detener el ritmo de deforestación, cada vez cuen



tan con menos posibilidades por razones de orden económico y dependencia tecnológica básicamente. Desde este punto de vista, el uso de la información a través de Sensores Remotos, para la vigilancia, detección y cuantificación de los recursos forestales, exige un nuevo enfoque, pues no se trata sencillamente de como enfrentarse a una nueva tecnología, sino se trata de como las autoridades de nivel Nacional e Internacional con poder de decisión política, a través de planes y programas de trabajo deben encausar el uso más adecuado de esta información. Finalmente se concluye lo siguiente:

1. Los Sensores Remotos constituyen una valiosa herramienta para la cuantificación y evaluación de los recursos forestales del trópico.
2. El uso más adecuado de estos materiales es a través de métodos y técnicas que consideren el uso simultáneo de la información, tanto de Sensores fotográficos como digitales, así como con información directa del terreno. Tomando en cuenta el nivel de información y los objetivos del estudio.
3. Para estudios de manejo y estudios específicos se deben emplear fotografías aéreas convencionales, fotografías infrarrojo y ortofotoplanos de escala grande.
4. Las imágenes de satélite son una valiosa herramienta para monitorear la cubierta vegetal de grandes áreas del trópico, con el fin de detectar los cambios de uso del suelo en períodos relativamente cortos.
5. Las áreas operativas y las dependencias responsables de proporcionar información estadística del recurso forestal en los diferentes niveles, deberán contar con la infraestructura, equipo y personal, acorde a los últimos avances tecnológicos.

## Bibliografía

American Society of Photogrammetry.- Manual of Remote Sensing. Vol. 1, 2da. Ed. Falls Church Virginia, U.S.A. 1983.

CIAF. Aplicación de los Sensores Remotos en la Clasificación y Levantamiento de los Bosques Húmedos Tropicales. Bogotá, D.E. Colombia, 1981.

Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Clasificación para uso Potencial del Suelo, S.P.P. - México, 1973.

Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. Guías para la Interpretación de Cartografía de Uso del Suelo. S.P.P. México, 1981.

Deagostini D. Sensores Remotos y Principios de Percepción Remota. Bogotá, CIAF. 1975.

Edward W. Ploman, Satélites de Comunicación. Ediciones G. Gili, S.A., Barcelona, 1985.

Forestry Abstracts I. Vol. 44 No. 6, Assessment of the Forest Resources of the Tropics, Roma FAO, -- 1983.

FAO/PNUMA. Los Recursos Forestales de la América Tropical. Roma: FAO, 1981.

García M. Clasificación y Cartografía de la Vegetación y Usos de la Tierra en México; Inédito. - México, 1982.

Memoria del Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales; 25-28 de julio; Chihuahua, México: - INIF-SARH; 1984.

Memoria del VIII Congreso Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia; Tomo I y II, 1985, 23 - 26 de abril, Morelia, Michoacán, México.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO. Clasificación Internacional y Cartografía de la Vegetación. París. 1973.

Pennington T.D. y Sarukan J. Manual para la Identificación en el Campo de los Principales Árboles Tropicales de México; INIF-FAO. México. 1968.

Plan Integral de Desarrollo Forestal del Ejido -- las Compuertas, Tomo 3 Metodología. Universidad de Helsinki, Departamento de Dasometría y Manejo Forestal. Helsinki, Finlandia, 1985.

A PROPOSED MULTIRESOURCE INVENTORY  
FOR TROPICAL FORESTS 1/

H. T. SCHREUDER 2/  
K. D. SINGH 3/

Abstract--A stratified sampling scheme incorporating double sampling for either regression or stratification is recommended as a promising sampling strategy for multiresource inventories in the tropics. Ideally, key information on land use/land cover is obtained accurately from low-altitude photography while vegetation data are obtained accurately from ground sampling. Large plots (say 10 ha) that maximize the possibility of correlation between photo and ground plot information will improve efficiency of regression estimation.

Abstracto--Un plan de muestreo estratificado que incorpora el muestreo doble tanto para la regresión como para la estratificación se recomienda como estrategia prometedora del muestreo de inventarios múltiples de recursos en los trópicos. Idealmente, los datos fundamentales sobre los usos y tipos del terreno se obtienen a través de la fotografía aérea a altitudes bajas, mientras que los datos exactos sobre la vegetación se obtienen a base del muestreo terrestre. El uso de las parcelas grandes (p.ej. 10 hectáreas), el cual asegura el nivel más grande de correlación entre los datos fotográficos y los datos recogidos terrestremente, mejorará la eficiencia del cálculo de la regresión.

### Introduction

Traditional forest surveys have emphasized timber volume estimation because the amount of harvestable wood in a forest was of primary economic interest. It is now recognized that such single-objective surveys are inefficient, and the single-minded exploitation of wood is harmful to the environment. Information on other resources and variables is critical for proper management. As indicated by (5), integrated resource inventories are needed to be able to reflect interactions between variables and to describe the products of interaction. Integration may also ensure inventory efficiency.

The purpose of this manuscript is to propose a sampling strategy to assess and monitor a forest in a tropical country utilizing operationally available mapping, sampling, and modeling techniques that incorporate remote sensing and ground sampling.

### Review of Literature

Much of the literature is covered in (12). We will only focus on the highlights.

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Project Leader, Multiresource Inventory Techniques, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, Fort Collins, Colo.

3/ Forestry Officer, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.

### Inventory Designs

It is clearly not feasible to propose a sampling scheme that is universally applicable. (15) gives a useful summary (Table 1) of how multiresource objectives mapping, inventory, data base management, and development planning can help achieve multiresource objectives. This table hints at the complexity that can be expected in a multiresource information system to acquire the information needed. The desired information can be generated from maps, sampling, or models.

Mapping--The first phase of an inventory should rely heavily on mapping the forest into subpopulations of interest that are likely to remain relatively unchanged over time.

(6) notes that maps are needed for (free translation):

- a. National development and management of any renewable natural resource, which includes communication of what needs to be done where and why.
- b. To establish the subpopulations (such as stands) in terms of differences in forest or range condition, age class, or use.
- c. To implement statistical sampling within the subpopulations (plot flight paths for photography, establish pattern of ground sampling, locate areas to be sampled).

Maps are also vital in understanding or even detecting change. Of course, this is true more of remote sensing information than maps, and may be a good reason to use aerial photos as maps if feasible.



A serious but remediable disadvantage of maps is that measures of precision are usually not included so that they are assumed to be error-free. Good maps are expensive to make and often little quality control is exerted.

For mapping forests, (9) recommends the following photography.

- Small scale (1/25,000) photography for broad stratification based on qualitative criteria such as species occurrence and quantitative criteria such as percent ground cover.
- Medium scale (1/10,000 to 1/25,000) photography for more detailed stratification based on qualitative criteria including species occurrence, or on estimated quantitative criteria such as crown density or height of dominant trees.
- Large-scale (1/3000 to 1/10,000) photography for refined stratification based on quantitatively measured criteria.

**Sampling--Simplicity** in sampling design is indicated because of interest in a large number of variables which may be positively, negatively, or not correlated with each other. This simplicity is also beneficial for monitoring change in conditions. Permanent sample plots are thus appropriate since remeasurement of plots is most efficient for estimating change. Large ground plots as used in Alaska (13) are desirable to establish correlations between ground and remote sensing information, which can make estimation more efficient.

Table 1. Multiresource Inventory Objectives and Degree of Contribution by Technical Units in India

Objectives	Contribution by Various Technical Units			
	Forest Mapping	Forest Inventory	Data Banking	Development Planning
<b>I. Monitoring the State of Resource on a Continuous Basis</b>				
A. Land	XXX	XX		X
B. Forest	XXX	XX		X
<b>II. Planning of Industrial Forestry</b> (All India, State, Region, and Local Levels.)				
A. Assessment of the Needs of the Population			XX	XXX
B. Annual Availability of Wood	XXX	XXX	XXX	
C. Resources Developed	XXX	XXX	XXX	XXX
D. Industrial Investigations	XX	XXX	XXX	XXX
<b>III. Planning of Environmental Forestry</b>				
A. Special Study				
1. Watersheds	XXX	XX	X	XXX
2. Arid and Semi-Arid Areas	XXX	XX	X	XXX
3. Degraded-Denuded and Waste Lands	XXX	XX		XXX
B. Environmental Planning and Control (All India, State, Region, and Local Levels)	XXX	XXX	XXX	XXX
<b>IV. Planning of Social Forestry</b>				
A. Location of Suitable Plantation Areas Near Habitation	XXX			XXX
B. Survey of Small and Cottage-Scale Industries			XXX	XXX
C. Promotion of the small scale and the Cottage Industries				XXX

#### V. Formulation of Integrated Development Plans at Various Levels

(All India, State, Region, and Local Levels.)	XXX	XXX	XXX	XXX
-----------------------------------------------	-----	-----	-----	-----

#### VI. Research, Development, Education and Consultancy Services on Forest Surveys and Development Planning

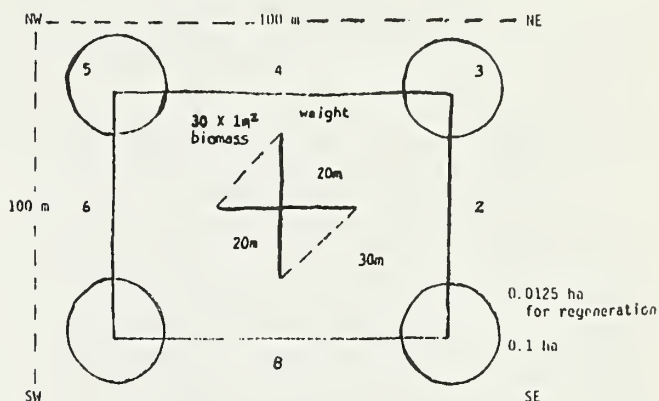
	XXX	XXX	XXX	XXX
--	-----	-----	-----	-----

Source: X. D. Singh (1978)

Note: XXX - High Contribution  
XX - Medium Contribution  
X - Small Contribution

The following sampling design proposed by (11) for the Sahel in Upper Volta may have practical utility.

- Clusters of sample plots on lines were photographed from the air using two 70 mm cameras. Only a limited strip can be flown currently (275 m wide strip, 16 km long at 400 m altitude) with the 70 mm cameras. The camera system is designed for detailed photos of sample plots or sample strips.
- Ground Sampling. The basic ground plot is as follows.



- Use 100 m X 100 m square plots. Larger plots such as 300 m X 300 m may be very difficult where dense thornbush prevails.
- All trees and bushes in a plot are recorded by polar coordinates to facilitate relocation of plots. Iron rods are buried in the center of the plot.
- The inner area of the tract is used for estimating composition, density, and biomass production of the herbaceous stratum.
- At each corner a 0.1 ha circular sample plot is used to count and measure woody plants. For all trees, diameter at 0.2 m and at 1.30 m and total height are recorded. If diameter at other heights have to be measured, their heights are also recorded. Up to 3 m, shrub heights are estimated to the nearest 0.1 m using a collapsible meter stick.
- Every 50 m, a 0.0125 ha circular plot is used to count regeneration and low plants damaged by browsing. All plants up to 0.30 m height not qualifying as bushes or trees will be counted.

(6) Herbage

- (a) Density. Two, 30 m long sampling lines are established at right angles to each other starting from the center of the tract. Iron rods are stuck into the ground at 30 cm intervals, noting whether they fall on covered or denuded ground.
  - (b) Assessment of species composition. Over a distance of 20 m towards N and W, beginning from the center point, a 20 m distance tape is stretched out and every 20 cm an iron is stuck into the ground. Each species of grass touching the rod is recorded.
  - (c) Estimate of above ground biomass - twenty to 30 times a 1 m<sup>2</sup> square is established at random or on a grid covering the 100 m X 100 m square plot. Grasses and forbs within the square are clipped, dried, and weighed after separation of annual and perennial plants.
- (7) Changes in cover density or composition are recorded by walking the 400 m perimeter. Percentages of cover types can be estimated.

(3) surveyed the forest resources of the island of St. Vincent, West Indies, to estimate area of various forest classes, and to describe the composition of forests with some commercial potential (called timberland). It was primarily a reconnaissance survey to obtain island-wide forest resource information using photointerpretation and field observations at sample locations.

Sample locations were established for a 2 km grid base map. Each sample location was visited to determine cover class. A dot count on the photo points gave an initial estimate of area by land-cover class, and which was adjusted by ground sampling. A cluster of three permanent sample plots was established at each timberland location, 25 m apart. Variable radius plots with trees representing 2.5 m<sup>2</sup> of basal area per hectare were used for trees 12.5 cm and larger, while trees less than 12.5 cm in d.b.h. were tallied on a fixed-radius plot of approximately 40 m<sup>2</sup> around the first sample location and 15 m<sup>2</sup> around the other two sample locations. Each sample location was classified by several site characteristics, and each sample tree 12.5 cm and larger in d.b.h. was measured and assessed to determine timber volume and quality.

Species was determined for each sample tree. The forest classification corresponds to the natural vegetation communities described by (2) and can be recognized with reasonable accuracy on aerial photographs and verified on the ground.

Models--One needs to distinguish between state variables (variables of interest) and measureable field variables. Soil erosion and water availability are state variables, for example, but need to be defined more fully to be measurable in the field.

Models should be used for certain key state variables. These state variables should be defined in terms of a measureable function of field variables. In many cases of course modifications will have to be made in the function as clearer understanding of the state variable is obtained. Models can be created for such state variables as tree quality, recreation potential, site productivity, wildlife potential and populations, water quality, erosion, etc. It is easy to find fault with models but unless improved ones are suggested, such criticism is not fruitful. Linear models are useful as a first approximation, especially if enough stratification is used so that the state variable has a relatively narrow range within the stratum. Nonlinearity should often be built into models because asymptotic values are a fact of life.

An example of a state variable and a model on how to estimate it is tree quality as discussed by (9, p.117-128). The most commonly accepted procedure is to estimate volume in cubic meters, and correct for defects using local mill studies since quality often is a local concept.

#### Inventory Designs

Only a general outline of a sampling strategy is given. The following guidelines and sampling strategy proposal need to be tailored to specific forest inventories. Sampling precision is not discussed but is essential in the implementation and evaluation of any sampling strategy. It requires very specific information, beyond the scope of this discussion.

#### Guidelines

The following guidelines appear to be essential in developing any sampling strategy.

1. It is unrealistic to specify completely what information is needed. Usually, not enough is known. The sampling scheme should be flexible enough to accommodate changes.
2. Measure what is practically and economically feasible.
3. Rely heavily on models for information of interest that is not readily measured. Be aware of the strengths and limitations of the models, test them, and develop them further.
4. Measure quantitative variables since measurements are repeatable over time and not subject to people's judgment, which can change.
5. Local people should be involved in the planning and implementation of the inventory.



6. Rely on proven technology. For example, although Landsat digital information may be useful for mapping or stratifying very large areas (1) it is unlikely to be useful for inventory purposes on a forest due to cost and complex technology. The potential economic use of Thematic Mapper data from Landsat or of the French Spot data remains to be tested.

#### Proposed Inventory Designs

We have not been able to apply the knowledge gained from the earlier review (12) in implementing an actual multiresource inventory as originally visualized. Instead, we try to be as specific as possible by suggesting a sample design for obtaining information on a set of variables proposed by (4) that are measurable by a permanent plot vegetation survey system:

1. Land form, slope, aspect, elevation.
2. Soil depth, pH, drainage, texture, fertility, erosion evidence.
3. Current land cover, land use.
4. Timber volume by vegetation class.
5. Herbage production by vegetation class.
6. Wildlife kind and distribution.
7. Water table location.
8. Water quality and availability.
9. Flooding hazard.
10. Access by kind.
11. Timber hauling distance.

It is assumed that access to much of the population is difficult. Some of the discussion is based on experience (unpublished) with the 4-phase sampling design used in Alaska (8).

As a first step in an inventory design high-altitude photography (14) should be used. Ideally, this source of information would be used to develop maps of land form, slope, aspect, and elevation, since this information is more useful on a mapped rather than statistical basis. Strata should be delineated in such a way that they are geographically meaningful (for example, an area of interest might be stratified into river basins because these might be of interest in themselves), to improve statistical efficiency in estimation, or both. Cochran (1977) indicates there is usually little gain in efficiency in using more than six strata.

Within these strata, low-altitude photography should be acquired on a sampling grid basis. From a statistical efficiency point of view the photos should cover plots as large as possible and as large-scale as possible. For discussion purposes assume this is a 10-ha plot. Plot locations should be carefully determined so that the same locations can be reflowed over time to detect change. Land use/land cover classes should be defined in such a way that they can be most accurately measured on the low-altitude photography even if they can be measured accurately on the ground. Ground measurement is too time-consuming, even with a sampling grid.

This aerial plot information can be used to attain some quality assessment of the mapped information on land form, slope, aspect, and elevation. It can also be used as "truth" for land use/land cover (if defined with this in mind) or as information on land use/land cover to be adjusted by ground verification. Similarly it can give information on timber volume (perhaps by vegetation class) through aerial volume tables, on herbage production (perhaps by vegetation class), and on water quality.

Ideally, this sample of photo plots should be large enough to serve as either a regression or stratification phase. If there is a reasonably strong linear relationship between information at this phase and ground sampling, double sampling with regression estimation should give very efficient estimates. Otherwise double sampling for stratification should be used and should be fairly efficient.

Most of the remaining variables need to be measured on the ground. Although variable plot sampling (7) is widely used in forest surveys because it is very efficient in estimating variables highly correlated with tree basal area, it causes complications in resampling because of in-growth and on-growth that may best be avoided in plot remeasurement for change. Hence the recommendation is to subsample the 10-ha ground plot with small fixed-area plots for timber volume by vegetation class and also for herbage production by vegetation class, soil depth, pH, drainage, texture, fertility and erosion evidence, water table location, water quality and availability, and flooding hazard. A ground sampling scheme similar to that of (11) described earlier in this paper. The kinds and distribution of wildlife cannot be successfully sampled this way but information on habitat provides a useful measure of the potential of these variables (10), and models might be developed to predict populations from vegetation characteristics measured on the plots.

Access by kind and timber hauling distance can best be obtained by using the photos while visiting the ground plot to determine the values for those variables.

Other information can also be obtained from ground sampling, but two things need to be kept firmly in mind in that respect:

1. Is there a considerable loss in sampling efficiency due to collecting the additional information? For example, does it require coming back to the ground plot a second day, or can it be obtained comfortably within the time allocated for plot sampling?
2. Is there a potential loss in quality of the other information gathered on the plot because too much is expected of the crew?

## References

1. Baltaxe, R. 1980. The application of Landsat data to tropical forest surveys. Swedish Funds-in-Trust. FOR:TF/INT/333 (SWE). 122 p.
2. Beard, J. S. 1949. Natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs. 21:1-192.
3. Birdsey, R. A., P. L. Weaver, and C. F. Nicholls. 1986. The Forest Resources of St. Vincent, West Indies. Southern For. Exp. Sta. Res. Paper SO-229. USDA FS 25 p.
4. Driscoll, R. S., V. F. Basa, and K. D. Singh. 1987. Land use planning in the Philippines - a procedure and evaluation. Proceedings, Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics. Chetumal, Mexico. Jan. 25-31, 1987.
5. Hamilton, T. E. 1978. National integrated inventories - is what you need what you do? General Technical Report RM-55. RM For. and Range Exp. Sta., Ft. Collins. pp 136-139.
6. Husch, B. 1971. Planning a forest inventory. FAO Forestry and Forest Products Studies No. 17. FAO. Rome. 120 p.
7. Husch, B., C. I. Miller, and T. W. Beers. 1972. Forest Mensuration. 2nd ed. John Wiley and Sons, NY. 410 p.
8. LaBau, J., and H. T. Schreuder. 1983. A multiphase, multiresource inventory procedure for assessing renewable natural resources and monitoring changes and trends. SAF 83-14. August 1983. Corvallis, Oregon. p. 456-459.
9. Lanly, J. P. 1981. Manual of forest inventory. FAO Forestry Paper 27. FAO. Rome. 200 p.
10. McClure, J. P., N. D. Cost, and H. A. Knight. 1979. Multiresource inventories - a new concept for forest survey. USDA Forest Service Res Paper SE-191.
11. Panser, K. F., and B. Rhody. 1980. Applicability of large-scale aerial photography to the inventory of natural resources in the Sahel of Upper Volta. In Arid Land Resource Inventories Workshop. USDA Forest Service. General Technical Report WO-28. p. 287-299.
12. Schreuder, H. T. 1987. Multiresource inventories for tropical forests: review of literature. FAO Technical Report (in process).
13. Schreuder, H. T., J. LaBau, and J. Hazard. 1984. Regression estimation for key variables in the Tanana Basin Survey in Alaska. Proceedings Inventorying Forest and Other Vegetation of the High Latitude and High Altitude Regions. Fairbanks, Alaska. July 23-26, 1984. Society of American Foresters. pp 74-77.
14. Scott, C. T., H. T. Schreuder, and D. Griffith. 1987. A comparison of BW, optical bar, and NHAP photography in land use estimation in the NE. Photogramm. Eng. and Remote Sensing.
15. Singh, K. D. 1978. A case study of the national forest inventory of India. In Proceedings: National Forest Inventory Workshop. IUFRO Bucarest, Rumania. p. 182-191.



RESUMEN.- El presente trabajo es una breve síntesis histórica sobre los aprovechamientos e inventarios forestales en el Estado de Quintana Roo, México con los que se iniciaron los controles administrativos para el recurso forestal de esta zona tropical.

Conclusiones.- Se anotan como relevantes los elementos de carácter técnico que han permitido avanzar en la ejecución de los inventarios forestales en el trópico mexicano durante las últimas cuatro décadas, utilizando fundamentalmente fotografías aéreas verticales y sistemas de procesamiento que han simplificado la elaboración de los estudios dasonómicos de las selvas.

Se dispone de suficientes apoyos que permiten cumplir con los objetivos deseados en los inventarios en el trópico; que deben ser; rápidos, confiables, baratos y estadísticamente válidos.

ABSTRACT.- This paper concerns to a brief information about the history of the exploitation and forest inventories in the state of Quintana Roo, México, and the works of technical character, which are the starting on administrative controls for the forest resources in this tropical zone.

Conclusions.- They represent the data basic referred to the inventory made until now including the most important variations in the last four decades they report the valuable elements of technical aspects which permit great advance in the realization of the inventories in the Mexico Tropical Area; through utilization of aerial photographs and processing system.

It is important to refer that we have enough elements to get the objectives of the inventory in the tropical zone, such a way they are fast, credible, cheap and with the possibility of statistical analysis.

Durante el curso de la presente reunión ya han sido tocados, por diversos ponentes, muchos de los importantes aspectos que deben ser considerados en los Inventarios Forestales de las zonas Tropicales. En esta intervención nos referiremos a los que se han realizado en Quintana Roo, México. Por considerarlo necesario haremos una breve historia de los aprovechamientos maderables que se han realizado en lo que constituyó el Territorio de Quintana Roo y que pasó a ser una más de las Entidades Federativas del país, en el año de 1974.

Lorena Careaga Villasis, en sus lecturas básicas, menciona que la explotación forestal en la época del auge Maya se realizó utilizando en forma múltiple el suelo; pues no había vestigios de alteraciones drásticas en la ecología de la zona pe-

ninsular donde tuvo asiento esa gran cultura. En las áreas que fueron destinadas a propósitos agrícolas y frutícolas se han encontrado restos de terrazas y canales.

Durante la época colonial, siglo XVII, se iniciaron los aprovechamientos maderables por compañías extranjeras, principalmente inglesas, que realizaban el aprovechamiento del Palo de Tinte (*Haema toxylon campechianum*), para obtener colorantes; así mismo aprovechaban la Caoba (*Swietenia macrophylla*) que se transportaba en rollo por vía marítima al Viejo Continente y a Norteamérica, en esta época ya se utilizaba el Río Hondo para conducir las balsas de madera y embarcarlas en alta mar, (Clinton R. Edwards, *The Human Impact on the Forest in Quintana Roo, México*, 1986). El mismo autor consigna que durante el siglo XVIII se llevaba a cabo la extracción de trocería de caoba en la zona que comprendía la antigua colonia inglesa de Belice y los alrededores de la Península de Yucatán, hasta Tabasco, incluyendo en ella las Costas de Quintana Roo. Indica que en 1717, firmas Jamaíquinas extraían trocería de caoba de algunos campos de aprovechamiento cercanos a la desembocadura del Río Hondo, que forma los límites Interacionales entre México y Belice, a este último lugar se orientaban los volúmenes extraídos en Quintana Roo, para su embarque.

En 1898 el Gobierno de México ordenó el establecimiento de fuerzas militares en los límites con Belice. Fue hasta principios del siglo XX cuando compañías Norteamericanas obtuvieron concesiones para el aprovechamiento maderable en estas

1/ Documento presentado en la Conferencia Internacional sobre Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. (Chetumal, México, enero 25-31, 1987).

2/ Director de Desarrollo Forestal de la Dirección General de Política y Desarrollo Agropecuario y Forestal.-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques.  
México, D.F.  
MEXICO.

áreas. (Cuevas L.A., Medina R.B. y De los Santos V. M., 1968).

Entre las empresas que durante la época porfiriana obtuvieron concesiones para el aprovechamiento maderable en áreas cercanas al Río Hondo se encontraba "The Mengel Company" que disponía de equipo de arrastre y transporte consistente en Ferrocarril de vía angosta, tipo "Decauville" con instalaciones ubicadas en los parajes ahora conocidos como Alvaro Obregón y Agua Blanca, mismas que dejaron de operar en el año de 1913. Los aprovechamientos de cedro rojo (*Cedrela mexicana*) se llevaron a cabo después de 1920 (Cuevas L.A., 1985). Con posterioridad a esta fecha los aprovechamientos de las especies preciosas se realizaron por medio de permisos que expedía la antigua Secretaría de Agricultura y Fomento, debiendo ser extraídos de las áreas con existencias de maderas preciosas -- conforme al criterio que sustentaban los informes del personal especializado comisionado en el -- propio Territorio, ya que eran las primeras acciones regulatorias que se efectuaban para controlar la extracción de productos forestales en estas zonas.

El mecanismo de que disponía la autoridad forestal para ejercer controles en la movilización de los volúmenes aprovechados se concretaba a informes de marcaje en los que se reportaban los sujetos "monteados" o localizados y que se proponía -- extraer al ser autorizado su derribo; mismos que realizaban los diversos contratistas a los que se les permitía ejercer un determinado volumen.

En la época de los 40s. se alcanzó la cima del -- aprovechamiento de madera de caoba. En el período 1943-44 se embarcaron para exportación 29 mil fustes de maderas preciosas, Caoba y Cedro Rojo -- (Medina R.B. "La Explotación Forestal en el Territorio de Quintana Roo", tesis profesional, México 1948). Sobre este particular cabe hacer una aclaración al documento "The Human Impact on the Forest in Quintana Roo, México" de Clinton Edwards (julio, 1986) quien anota que esos 29 mil troncos de caoba y cedro representan 1.35 millones de metros cúbicos; lo cual indicaría que el volumen -- promedio de cada uno de esos fustes de exportación era del orden de los 47 metros cúbicos en -- rollo, lo cual no es posible, conociendo las características de desarrollo de estas especies en la zona, mismas que alcanzan apenas el 10%, de dicho volumen, como promedio por fuste.

Los aprovechamientos en los años subsiguientes se continuaron realizando mediante el otorgamiento -- de volúmenes anuales globales expedidos por la autoridad forestal. A finales de esa década se inició el establecimiento de Unidades Industriales -- de Explotación Forestal en el Trópico, unos cuantos años después de haberse establecido las primeras Unidades en la zona templada, como una alternativa viable para el manejo y administración de los recursos forestales. En el territorio de -- Quintana Roo se estableció la Unidad Industrial de Explotación Forestal Maderas Industrializadas

de Quintana Roo el 31 de agosto de 1954, misma -- que terminó su vigencia en el año de 1983.

Como un dato necesario para establecer un criterio respecto a los volúmenes de maderas preciosas extraídas mencionaremos que el promedio anual -- fluctuaba alrededor de los 20 000 metros cúbicos -- hasta 1954; para 1960 el volumen ascendió a un -- promedio anual de 35 000 metros cúbicos. La cifra mas alta que se registra fue en 1980 en que -- se aprovecharon 52 000 metros cúbicos en rollo -- fuste sin corteza de maderas preciosas. En 1984 la solicitud para aprovechamiento de maderas preciosas fue de 35 000 metros cúbicos y ya se incluían en estos permisos 70 000 metros cúbicos en rollo de maderas duras y blandas tropicales, que habían tenido poca demanda, por diversas razones, entre las cuales pueden mencionarse; desconocimiento de sus propiedades físico-mecánicas; poca participación en los mercados; inseguridad en su abastecimiento, etc.

Entrando en materia diremos que la creciente demanda de productos de estas áreas, el incremento de la población y la necesidad de mayores controles en los aprovechamientos obligaron a disponer de información mas precisa sobre la ubicación de los volúmenes que se pretendía comercializar. Esto condujo a documentos mas elaborados sobre la -- determinación de las posibles existencias por hectárea de las especies deseadas.

Fue hasta el año de 1947 cuando se realizó en el Territorio de Quintana Roo el primer estudio dasonómico para el ejido de Kantunilkin en la parte norte y que pasó a formar parte de la Unidad Industrial de Explotación Forestal Maderera del -- Trópico, cuando fue creada dos años después, en junio de 1949. Tenía su mayor superficie concesionada dentro del Estado de Yucatán, terminó su vigencia en 1971.

En este documento se consigna ya toda una serie -- de elementos que permitían conocer con mucha aproximación la distribución de los volúmenes de maderas preciosas dentro de la superficie concesionada. Durante la marcha de los trabajos de aprovechamiento se pudieron hacer las modificaciones y correcciones de los datos de campo. El sistema terrestre más adecuado para controlar la extracción fue el de cuadrícula trazada en las áreas -- de corta, en la que se localizaba previamente el arbolado por derribar. En esta forma se determinaban las áreas de acuerdo al volumen autorizado y se definía hasta dónde avanzar con los aprovechamientos. Había siempre un "monteo" previo en que se consignaban los sujetos localizados de maderas preciosas y estos eran los que se solicitaban para ser extraídos.

Con ese trabajo se iniciaron realmente las acciones hace 40 años para dar mayor profundidad técnica a la administración forestal en el trópico -- mexicano.

El estudio que serviría de base para llevar a cabo los aprovechamientos en lo que sería la Unidad Industrial de Explotación Forestal MIQRO se ----



elaboró en los años de 1952 y 1953 por los Ings. Armando Cuevas López y José Fernandez Acosta. Este estudio no llegó a ser aplicado cabalmente, ya que solo se extrajeron con cargo a él volúmenes provisionales en mínima parte. En 1955 se presentó el ciclón "Janet" que afectó muy seriamente una superficie arbolada de 450 mil hectáreas causando daños severos a la vegetación y modificando drásticamente los términos del estudio de referencia. Después de un recorrido por las áreas dañadas se estimó que era conveniente reubicar las zonas que debieran formar parte de la Unidad Industrial de Explotación Forestal solicitada por la empresa -- MIQRO, S. de R.L. que se constituyó en junio de 1952 y que obtuvo el Decreto Presidencial para la Unidad el 30 de julio de 1954. El Decreto para relocalizar el área definitiva, por causa del ciclón, se expidió en diciembre de 1955. En estas nuevas áreas se efectuaron los trabajos de campo para la elaboración del proyecto de ordenación formulado por Bernardo Medina Ramírez en el año de 1956; éste estuvo vigente hasta 1968 en que se elaboró un estudio de ajuste al proyecto inicial.

Hasta los años 60s. no habían sido utilizadas las fotografías aéreas tropicales en México para la ejecución de estudios dasonómicos. Hay que recordar que apenas diez años antes se habían establecido unidades forestales en estas zonas como una medida para controlar la extracción del potencial maderable que se orientó, durante mucho tiempo, a la utilización de maderas preciosas, fundamentalmente. El primer trabajo experimental que tuvo como objetivo recabar información directamente de las áreas arboladas para fijar las normas a que se debían sujetar los trabajos de inventarios en las regiones tropicales de México se realizó durante los años de 1963 y 1964 (Vázquez S.-J. y López S.A.).

Las fotografías aéreas para estudios dasonómicos de grandes superficies se emplearon hasta 1967 -- cuando se efectuó el ajuste al proyecto de ordenación que regía los aprovechamientos forestales de MIQRO (Cuevas L.A., Medina R.B. y De los Santos - V.M.).

Conociendo las características de desarrollo en estas áreas de las especies que la integran y lo irregular de su presencia, era muy importante encontrar la mejor forma de determinar las superficies que debieran considerarse para los efectos de muestreo en la ejecución de los inventarios. Se hizo uso de fotografías aéreas verticales, --- blanco y negro, con escalas de 1:50 000 y ----- 1:40 000.

El uso de fotografías aéreas en México dió un giro espectacular a los trabajos de inventario en el trópico. Hace veinte años se inició la utilización de este valioso apoyo técnico, conjuntamente con el empleo de procesamiento electrónico para el manejo de la información de campo.

Anteriormente no se concebía que pudieran aplicarse en virtud del gran número de especies que -

caracterizan a las selvas. Fue importante recurrir a la definición del concepto Clímax edáfico -- que había sido emitido por el Dr. Faustino Miran- (1959), concepto que se ajustaba plenamente en el caso de la vegetación de la Península de Yucatán -- y que sirvió para delimitar en las fotografías -- aéreas los rodales que debieran considerarse para el levantamiento de los datos de campo. Ya se indicó que antes de la utilización de este apoyo en los inventarios forestales para elaborar un estudio dasonómico completo los controles se -- ejercían mediante informes de marcaje en los que -- se reportaban los sujetos que se derribarían al -- autorizarse el volumen consignado en esos informes.

En material fotográfico de escalas menores a ---- 1:10 000 se tienen las características edáficas -- reflejadas en la vegetación. Se pueden determinar los estratos y este fue el relevante -- para poder definir el área que llevaría al cálculo de las existencias reales por hectárea y de la superficie por muestrear.

Una consideración importante debe recalcarse, en lo que respecta a los tipos de inventario; es la de que todos coinciden en que este depende del objetivo que se establezca. Es distinto en su planeación y ejecución un inventario forestal cuando se pretende conocer potencialidades nacionales al que se diseñe y realice para una región o predio en específico en los que el grado de precisión -- varía de uno a otro por razones diversas.

Las operaciones de levantamiento de datos de campo han sufrido modificaciones para simplificarlas y disminuir su costo. Cada vez se busca efectuar inventarios que sean confiables, rápidos, eficientes y estadísticamente válidos.

Al volver sobre los clímax edáficos que se presentan en las áreas arboladas de la Península de Yucatán se desprende que para cada condición de suelo hay una respuesta de la vegetación según el tipo de suelo donde cada una de ellas se ubica. A partir del estudio de 1967 los trabajos de inventario en Quintana Roo llevan en la delimitación de sus estratos los nombres de los suelos en los que se ubica la vegetación forestal: Tsekel, Kan kab, Yaxhom, Acalché; o alguna otra connotación -- similar relacionada con los suelos. Estos trabajos son el ejemplo de que en la calificación de -- los estratos se han tomado en consideración las -- características edáficas como base.

Importante es anotar que en los inventarios de -- trópico mexicano, hasta antes de 1964, tampoco se habían definido cuales eran los mejores sistemas de muestreo. A partir de entonces hay trabajos -- en los que se emplearon sistemas al azar intencionales, sistemáticos; que orientaron a una decisión sobre el mejor para cumplir con los propósitos antes señalados de eficiencia, rapidez y costo.

El tamaño y forma de los sitios de muestreo pasaba por una situación semejante, a partir de entonces se estimó con algunos trabajos que en las con

diciones particulares de trópico debiera utilizar se todo el esfuerzo que se realiza para abrir las brechas de paso como áreas por muestrear. Esto dependía, lógicamente del sistema elegido. En el caso de muestreo por fajas, si están dentro de los estratos considerados como aprovechables deben ser muestreadas.

El sistema de muestreo que se aplicó para la ejecución del trabajo presentado en 1986 como ajuste al proyecto de ordenación de MIQRO se denominó "muestreo estratificado por fajas al azar", - que consistía básicamente en realizar con una intensidad estimada en 1% de la superficie aprovechable, el número de fajas que considerando los distintos rumbos de la rosa de los vientos se podían trazar a partir del punto de inicio de las brechas o de los campamentos establecidos dentro de los rodales que debían muestrearse.

Otro aspecto fundamental y que había sido poco analizado en su verdadera magnitud era el de la elaboración de tablas de volúmenes, como elemento básico en la determinación de las existencias reales por unidad de superficie. Esto ya ha sido tomado desde hace 20 años. Existen trabajos que han podido mostrar su validez al aplicarse prácticamente en los aprovechamientos autorizados en Quintana Roo (De los Santos V.M. "Tablas de Volúmenes para Montes de la Península de Yucatán", 1967).

Esta serie de elementos de apoyo han sido determinantes en el avance de los inventarios en el trópico.

En 1969 la Dirección General del Inventario Nacional Forestal publicó el inventario forestal de la zona Felipe Carrillo Puerto-Chunjujub; Quintana Roo, que es una superficie colindante con la parte norte de la Unidad MIQRO a las que hemos hecho referencia.

En la delimitación de los estratos para propósitos de muestreo se tomaron las mismas bases, con algunas modificaciones, que para el de la Unidad MIQRO, lo que se varió en este caso fue el sistema de muestreo, ya que se adoptó el sistemático por conglomerados consistente en cuadros de --- 2 500 metros por lado equidistantes 4 kilómetros en los que se ubicaban cinco fajas de 20 metros de ancho equidistantes 500 metros.

Cada sitio de muestreo se subdividía en tres tipos distintos; el primero (1000 M2.) en el que se medían árboles de la clase diamétrica de 30 cms. en adelante; el segundo, de 250 M2. para medir los árboles de la clase diamétrica entre 15 y 25 cms. y el tercero, de 100 M2. para tomar información sobre el repoblado existente.

La intensidad de muestreo que en este caso se estableció fue de 0.4% del área considerada para el estudio.

Lo sistemático deriva de que la distribución de los cuadros de muestreo se hizo a partir de un punto dado sobre el que se trazaron dos ejes, -- norte y sur los cuales y a una equidistancia de 4 kilómetros se trazaron los cuadros manteniendo

un valor constante en cada lado de dichos ejes. - El número total de cuadros ubicados en los fotomosaicos fue de 80 de los cuales se eliminaron 16 por localizarse en áreas sin vegetación.

En 1976; la Dirección General del Inventario Nacional Forestal hizo una recopilación de los trabajos de inventario realizados hasta la fecha y completó las áreas que no habían sido estudiadas para elaborar el Inventario Forestal de Quintana Roo. Han transcurrido mas de diez años y las condiciones del recurso han cambiado drásticamente.

Los más recientes trabajos de inventario han sido sobre superficies reducidas. Se han efectuado estudios dasonómicos para predios particulares o ejidos, partiendo de las bases en que se apoyaron los de MIQRO y del Inventario Nacional Forestal. Siguen utilizándose las tablas de volumen elaboradas para esos estudios y en la delimitación de las superficies por aprovechar se utilizan planos con las mismas claves de fotointerpretación, haciendo los ajustes necesarios a las superficies que han cambiado de uso en el período de tiempo comprendido entre la elaboración de los planes y la del inventario actual.

El programa más reciente de aprovechamiento tiene de a la utilización de un mayor número de especies que reduzcan la extracción selectiva de las especies preciosas. Para este propósito se han mantenido, en los ejidos que comprende el programa, áreas que deben permanecer cubiertas de vegetación forestal permanentemente; en las que se delimitan anualmente las áreas de corta, tratando de que éstas tengan; más o menos la misma superficie; habiéndose adoptado un ciclo de corta de 25 años. Esta cifra es el elemento regulador de los aprovechamientos forestales.

Hasta el momento no se ha actualizado el inventario forestal de Quintana Roo; para ello deben ser consideradas aquellas superficies que aún conservan vegetación aprovechable sobre las cuales realizar los trabajos de campo. Se presentan modificaciones violentas en las superficies que originalmente se destinaban al aprovechamiento forestal. Habrá necesidad, en el futuro inmediato, de definir objetivos precisos al recurso forestal del trópico mexicano.

CONCLUSIONES.- La historia de los inventarios forestales y de los aprovechamientos bajo control técnico y administrativo en Quintana Roo, es relativamente reciente. Apenas se tienen cuarenta años bajo estas condiciones.

- En el año de 1947 se realizó el primer estudio dasonómico en Quintana Roo; específicamente en el ejido de Kantunilkin; en el norte del Estado.

- El primer trabajo con carácter experimental - utilizando fotografías aéreas se realizó en 1963, para determinar las normas que debieran seguirse en el levantamiento de los inventa--



rios en el trópico.

- El primer estudio dasonómico para fines comerciales, utilizando fotografías aéreas verticales sobre grandes superficies, se realizó en 1967 para la Unidad Industrial de Explotación Forestal "Maderas Industrializadas de Quintana Roo".
- Una importante conclusión es que la utilización de la fotografía aérea en los trabajos de inventario en el trópico les dió un giro espectacular cuando hace 20 años se emplearon para determinar con mayor precisión las superficies arboladas aprovechables.
- A partir de las escalas menores a 1:10 000 se tienen las características edáficas reflejadas en la vegetación. En los trabajos de 1967 se utilizaron fotografías aéreas verticales, blanco y negro, de escala 1:40 000 y 1:50 000 aplicando el concepto de "Clímax edáficos" que se presentan en los suelos "intrazonales" de la Península de Yucatán.
- Hace veinte años se elaboraron tablas de volúmenes como elementos básicos en la determinación de las existencias reales por unidad de superficie, aplicando sistemas de cómputo electrónico para el manejo de la información captada en los inventarios del trópico.
- Considerando la dinámica en el cambio de uso del suelo las estimaciones hechas en los inventarios del trópico pierden su vigencia rápidamente.

#### BIBLIOGRAFIA.

1. Caballero D.M. 1971. Empleo de Coeficientes Mórficos en la Elaboración de Tablas de Volúmenes de Cedro Rojo. Bol. Dic.Inst.Nac. --- Invest. For. 26-B. 27 pp.
2. 1971 b. Algunas consideraciones respecto a la Determinación del Tamaño de la Muestra en Problemas Dasonómicos. Méx. Bosques México. - 10 (2): 6-19.
3. Cuevas L.A., Medina R.B.; De los Santos V.M.- 1968. Ajuste al Proyecto de Ordenación de -- MIQRO. Quintana Roo 129 pp. México.
4. De los Santos V.M. 1976. Tablas de Volúmenes para Montes de la Península de Yucatán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. pp.82
5. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. 1969. Inventario Forestal del Territorio de Quintana Roo. (Zona F. Carrillo Puerto Chunjúb). Pub. No.12. 49 pp. México.
6. 1976. Inventario Forestal del Estado de Quintana Roo. Publ. No. 41. México.
7. Edwards. C.R. "The Human Impact on the Forest in Quintana Roo. México" Journal of Forest -- History. 1986. 120. 127.
8. Henning. D.H. 1985. Asian Tropical Forest and Environmental Administration in Service Training. Eastern Montana College. Billings. Montana. U.S.A.
9. Medina R.B. "La Explotación Forestal en el Territorio de Quintana Roo". Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 1948. p. 50.
10. Miranda P.F. 1959. Estudios acerca de la Vegetación. in. Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Cap. VI. Tomo 2o. -- IMRNR. México.
11. Sader. S.A. and Joyce A.T. 1985. Relationship Between Forest Clearing and. Biophysical Factors in a Tropical Environment. IX World Forestry Congress. México 11 pp.
12. SARH. Delegación Estatal "Diagnóstico del Recurso Forestal". de Quintana Roo. 1983.40 pp.
13. Vázquez S.J. "La Utilización de las Selvas. - Traducción. 1984. Rev. Ciencia Forestal # 50. México.
14. Vázquez S.J. y López S.A. Informe Preliminar del Inventario Piloto en "Bosque Tropical".- 1965. Informe Técnico Vol.II. Estudios Especiales. Inventario Nacional Forestal. INIF.- pp. 195. 237. México.
15. Villarreal C.R. 1968. Fotointerpretación Aplicada a Inventarios Forestales de Vegetación de Clima Cálido. Húmedo. INF. Informe Técnico. México.

Resumen. En Octubre de 1984, por primera ocasión en la historia del programa espacial de los E.U.A. se obtuvieron imágenes radar de apertura sintética a diferentes ángulos de incidencia sobre una misma área en el norte de Florida. El radar de transbordador espacial (SIR-B) produjo imágenes con ángulos de incidencia de 28, 45 y 58 grados sobre un área de producción forestal. Después de la correlación y registración digital de los datos, fueron aplicados varios filtros de paso bajo. Para la categorización se emplearon un clasificador puntual y un clasificador de contexto (SECHO). Los resultados indican que los diferentes tipos de cobertura y edad de las plantaciones pueden ser identificados en los datos de radar, debido a las diferencias en el retorno de la señal de radar producidos por cada tipo de cobertura en los tres ángulos de incidencia utilizados.

Abstract. In October, 1984; For the first time in the U.S. space program, digital synthetic aperture radar (SAR) data obtained from different incidence angles for the same area on the ground during Space Shuttle Mission 41-G. Shuttle Imaging Radar-B (SIR-B) data were obtained at incidence angles of 28, 45, and 58 degrees of a predominant forested study area in northern Florida. After digital correlation and registration, several different low pass filters were applied to the data, and both per-point and contextual (SECHO) Gaussian Maximum Likelihood classification algorithms were utilized to classify the data. The results indicate that different forest cover types and age classes, as well as other land use classes, can be identified and mapped because of distinctive differences in radar backscatter at the different incidence angles.

## Introducción

A partir del lanzamiento del satélite Landsat-1 en el año de 1972, el uso de datos de satélite para el mapeo de áreas forestales ha recibido una gran impulso. Desde entonces hemos reconocido las ventajas y limitaciones que poseen este tipo de sistemas para la evaluación de la extensión y condición de los recursos naturales. Una de las grandes limitaciones, en el uso de fotografías aéreas e imágenes de satélite, especialmente en regiones tropicales, es la presencia de nubes. Una técnica que se puede usar para solucionar este problema son las imágenes de radar, ya que estas se pueden obtener en cualquier condición medio-ambiental o a cualquier hora de día o la noche, este sistema es ideal para complementar los inventarios de recursos naturales en las zonas tropicales.

La señal del radar puede ser influenciada por varios factores, entre ellos se encuentran la polarización, la frecuencia y el ángulo de incidencia de la señal; la

constante dieléctrica y rugosidad de los materiales en el terreno así como la topografía del área. Estas características, en combinación con la necesidad de contar con información cuantitativa confiable, sobre las condiciones de la cobertura vegetal en las zonas tropicales, indican la necesidad de profundizar en el conocimiento de las interacciones entre estas variables y sus limitaciones en el inventario de los recursos naturales.

Los trabajos de Morain y Simonett (1967) con radar de longitud de onda de 0.86 cm. (Banda Ka), obtenidos en avión, indican que áreas con bosque pueden ser diferenciadas de zonas no boscosas y de zonas con arbustos. Estas diferencias son

1/ Artículo presentado en la Reunión de Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. (Chetumal, México, Enero 25-31, 1987).

2/ Diego Fabián Lozano-García y Roger M. Hoffer, en el Departamento Forestal y de Recursos Naturales, Universidad de Purdue, West Lafayette, IN.



dependiente de la polarización ya que pueden observarse únicamente en ciertas polarizaciones de la señal de radar. Trabajando con radar de 3 cm. (Banda X) y con polarización HH (señal enviada horizontal y recibida horizontal), Knowlton y Hoffer (1981) diferenciaron claramente entre bosque de coníferas y bosques deciduos, esta diferencia no se presentó en la polarización HV (enviar horizontal, recibir vertical).

En 1978, con el lanzamiento de Seasat (Radar de 23 cm de longitud de onda y polarización HH y ángulo de incidencia de 23 grados), se obtuvieron las primeras imágenes de radar desde el espacio, con el objeto de realizar inventarios de recursos naturales. Un sensor semejante fue operado a bordo del transbordador espacial Columbia en 1981, con un ángulo de incidencia de 50 grados.

El sistema de radar SIR-B (Shuttle Imaging Radar-B), fue instalado a bordo del transbordador Challenger el cual operó en Octubre de 1984. Las diferencias más importantes entre este sensor y los anteriores son que la señal de radar del SIR-B fue correlacionada digitalmente sin requerir ninguna correlación óptica como los anteriores sistemas. Esto representó una mejora en el rango dinámico de la señal. Además, el sistema fue diseñado para obtener diferentes ángulos de incidencia en un rango de 15 a 60 grados.

El objetivo de este estudio es el determinar las posibilidades del uso de datos de radar de 23 cm de longitud de onda, con polarización HH (enviar horizontal, recibir horizontal) y diferentes ángulos de incidencia de la señal, obtenido desde el espacio, para el mapeo de diferentes tipos de cobertura forestal y de uso de la tierra.

#### Zona de Estudio y Datos de Radar

La zona de estudio representa un área de aproximadamente 1000 km<sup>2</sup> en el norte del Estado de Florida, E.U.A., 65 Km al oeste de Jacksonville. El área es relativamente plana con suelos arenosos. La mayor parte está destinada a plantaciones forestales de Pinus elliotii. Además existen numerosas áreas de pantanos donde dominan Taxodium distichum var nutans, Nyssa spp., Magnolia virginiana, Acer rubrum, Pinus elliotii y Pinus serotina.

Los datos de radar fueron obtenidos a las 9:34 a.m. GMT el 9 de octubre de 1984, a un ángulo de 58 grados; el 10 de octubre a las 9:17 a.m. a un ángulo de 45 grados y el 11 de octubre a las 9:00 a.m. a un ángulo de 28 grados. La altitud de la nave fue de 225 Km. con un ángulo de órbita de

45.0 a 45.6 grados y dirección de la toma hacia el noroeste. Durante los tres días de adquisición de los datos, no se registraron cambios significativos en las condiciones ambientales (por ejemplo: lluvia). Los tres ángulos de incidencia fueron correlacionados digitalmente y registrados en el Laboratorio de Propulsión a Chorro (J.P.L.) de la NASA, en Pasadena, California.

Simultáneamente a la misión del SIR-B, se obtuvieron datos de referencia en el terreno, los cuales incluyeron muestras del contenido de humedad de vegetación y suelos, temperatura y humedad relativa. Además se obtuvieron fotografías aéreas y descripción de las áreas forestales. Tres compañías forestales y el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los E.U.A., proporcionaron mapas e inventarios forestales, con datos tales como edad de las plantaciones, densidad de las plantaciones, etc.

#### Análisis de los Datos y Resultados

Los datos de inventarios forestales proporcionados por las compañías incluyeron información sobre más de 1500 unidades, sin embargo, el tipo de información y nivel de detalle fue variable entre las tres compañías. En general los datos para cada unidad incluyeron: edad, composición de especies, área, índice del sitio, número de árboles por unidad de área (en algunos casos por clases diamétricas), área basal por unidad de área, altura de los árboles y volumen por unidad de área.

Setenta y nueve unidades de Pinus elliotii fueron seleccionados en los datos del SIR-B y se calculó la correlación entre el poder del radar (valor digital al cuadrado) con varios parámetros. En la figura 1 se muestra la relación entre el poder del radar (para los datos de 58 grados de incidencia) y la edad.

Utilizando un modelo basado en diámetro a la altura del pecho y altura del árbol (Clark, A., 1985), se calculó la biomasa por acre para unidades de Pinus elliotii (se utilizaron 14 de los 79 unidades manejados por la compañía Owens-Illinois). Como se muestra en la tabla 1, se encontró una correlación alta (estadísticamente significativa a un nivel de 0.90) entre el poder de radar y la edad en los tres ángulos de incidencia. La relación entre biomasa y poder de radar fue significativa solo para el ángulo de incidencia de 45 grados ( $r=55$ ). Si se pudieran localizar más campos en los datos de radar, con información de altura de los árboles, sería posible determinar más adecuadamente una

relación entre la señal de radar y la biomasa forestal.

Tabla 1. Correlación entre parámetros forestales y los datos de radar.

Parámetro	Número de Campos	Angulo de Incidencia		
		28	45	58
Edad	79	0.71**	0.60**	0.80**
Biomasa (Ton/Acre)	14	0.41	0.55*	0.32

Un análisis cualitativo del conjunto de datos de radar, indica que el ángulo de incidencia tiene un influencia significativa en el reconocimiento de los distintos tipos de bosque. En la imagen de 28 grados, las zonas pantanosas presentan un valor alto en el regreso de la señal, mientras que las áreas con plantaciones de Pinus elliottii presenta un valor intermedio. En la imagen de 58 grados, no se aprecian diferencias importantes entre ambos tipos de cobertura. El valor tan alto de regreso de la señal en los tres ángulos de incidencia, para las zonas de Taxodium y Nyssa se debe a una reflexión especular de la señal debida a la presencia de agua en combinación con los troncos de los árboles, lo cual crea un efecto de reflexión en esquina. La importancia del ángulo de incidencia en la señal de radar se muestra en la figura 2.

Otra manera de evaluar el el potencial de los datos del SIR-B es por medio de una clasificación de los distintos tipos de cobertura por medio de computadora. Para realizarla se utilizaron técnicas de reconocimiento de patrones, desarrolladas para el análisis de imágenes multiespectrales. Para cada una de las clasificaciones se delimitaron campos de entrenamiento y campos de prueba para las diferentes clases de cobertura (se utilizó el método de entrenamiento supervisado para encontrar las estadísticas de entrenamiento).

Inicialmente se utilizó un algoritmo de clasificación por puntos (basado en el criterio de máxima verosimilitud). Las clases definidas incluyeron bosque de pinos sobremaduro (mas de 40 años), bosque de pinos (de 7 a 40 años), plantaciones recientes (de 0 a 6 años), aclareos recientes, zonas agrícolas (suelo desnudo, cultivos y pastizal), cuerpos de agua y bosque deciduo en pantanos (con agua estancada debajo del dosel de la vegetación). La evaluación de los resultados de la clasificación (basada en un conjunto de campos de prueba definidos previamente a la clasificación) mostró una

precisión general de 63.6% con variación para los distintos tipos de cobertura en un rango de 7.8% a 79.9% (Tabla 2). Una inspección visual de los resultados de la clasificación indicó que muchos de los errores se debieron a ruido inherente al sistema de radar.

Para eliminar los efectos del ruido en la clasificación se decidió aplicar varios filtros de paso bajo a los datos de radar. Los detalles sobre los diferentes filtros estan fuera de ambito de este artículo. Se decidió utilizar un filtro recursivo mediano con ventana de 1 por 5 elementos.

En la segunda clasificación de los datos de radar se utilizaron los datos filtrados. Se emplearon los mismos campos de entrenamiento usados en la clasificación de los datos sin filtrar, para el cálculo de las estadísticas de entrenamiento. Como se muestra en la tabla 2, la precisión general se incrementó a un 81.2%, con un rango para las clases individuales de 38.7% a 92.4%. Las áreas de aclareos recientes fueron clasificadas erróneamente como plantaciones recientes, lo cual es explicable debido a la gran cantidad de suelo desnudo expuesto en ambas condiciones de uso de suelo. Las áreas de plantaciones de edad media y madura fueron confundidas con plantaciones jóvenes o unidad sobremaduros. A pesar de que estos errores disminuyeron el valor de precisión general de la clasificación, no se consideraron tan críticos como los errores de clasificación a otras clases diferentes a las plantaciones de pinos.

La ultima clasificación se realizó con un algoritmo de contexto. el cual utiliza un criterio de homogeneidad de celdas de mas de un elemento de resolución por lado (3 por 3 en este caso). El clasificador se denomina SECHO "Extracción y Clasificación de Objetos Homogéneos" (Kettig y Landgrebe, 1976). En este caso, también se emplearon los mismos campos de entrenamiento de las dos clasificaciones anteriores. Como en el segundo caso, se utilizaron los datos de radar filtrados. Se obtuvo un incremento de la precisión general a un 85.6%, con un rango de 50.0% a 98.1% (vease tabla 2). A pesar de que los resultados numéricos indican que los mejores resultados se obtuvieron con el clasificador SECHO, el análisis visual de los resultados de la clasificación mostró que el algoritmo no fue capaz de definir claramente los límites de las áreas forestales o campos agrícolas ya que dichos campos tendieron a elongarse horizontalmente en la clasificación de los datos del SIR-B.

La evaluación de las tres clasificaciones indica que el pre-procesamiento de los datos de radar (con un filtro de paso



bajo) es una técnica eficaz para eliminar el ruido presente en los datos. Esto a su vez permite mejorar los resultados de clasificaciones. El uso del clasificador de

Tabla 2. Comparación de los resultados de las clasificaciones de los datos del SIR-B.

Tipo de Cobertura o Edad	Porcentaje de elementos de resolución clasificados correctamente		
	Sin Filtrado Puntual	Filtrado Puntual	Filtrado SECHO
Pino Sobremaduro (>40 años)	35.6	66.8	80.0
Pino Maduro (6-40 años)	34.9	61.3	65.0
Pino Joven (<6 años)	68.8	80.4	83.3
Aclareos	7.8	38.7	50.0
Zonas Agrícolas	73.2	78.8	85.4
Cuerpos de agua	45.5	82.7	98.1
Bosque Deciduo	79.9	92.4	93.2
Precisión General	63.6	81.2	85.6

contexto, en lugar del clasificador por puntos, incremento la precisión de la clasificación, sin embargo es necesario determinar el valor óptimo de los parámetros (definidos por el usuario) para los datos radar.

Los resultados de este trabajo indican que el ángulo de incidencia de la señal de radar tiene un efecto importante en la interpretación y el análisis de los datos de radar y que es posible obtener valores adecuados en la precisión de las clasificaciones realizadas con datos de radar únicamente. En un futuro próximo, con la integración otros datos de radar en polarización múltiple y otras longitudes de onda, tales como radar de Banda-C y

Banda-X será posible identificar mas adecuadamente los distintos tipos de cobertura en el terreno

### Conclusiones

El análisis de los datos de radar del SIR-B indica que:

a) Existe una relación entre el valor del retorno de la señal a la antena del radar y algunos parámetros de inventarios forestales, en particular la edad de las plantaciones.

b) El ángulo de incidencia controla en gran medida, las características de los datos y el tipo de información que se puede interpretar de radar de banda-L, con polarización HH a alturas aerospaciales.

c) La clasificación del conjunto de datos de radar de ángulos de multiple incidencia, proporciona un resultado apropiado en la identificación de los distintos tipos de cobertura; siempre y cuando el ruido inherente a los datos de radar sea eliminado por medio de un filtro de paso bajo y el uso de un clasificador de contexto.

### Referencias

Clark, A., T.M. Burgan, R.C. Field & P.E. Dress 1985 User's Manual for Total-tree Multiproduct Cruise Program. U.S.D.A. Forest Service, Southeastern Forest Experimental Station, General Technical Report SE-31. 65 pp.

Ketting, R.L. and D.A. Landgrebe 1976 Classification of Multispectral Image Data by Extraction and Classification of Homogeneous Objects. IEEE Trans. Geos. Elect. 14:19-25.

Knowlton, D.J. & R.M. Hoffer 1981 Radar Imagery for Forest Cover Mapping. Proc. 7th Int. Symp. Machine Proc. Remotely Sensed Data. Purdue University, West Lafayette, IN. pp.626-632.

Morain, S.A. & D.S. Simonett 1967 K-Band Radar in Vegetation Mapping. Photogrammetric Engineering 33(7):730-740.

## SEÑAL DE RADAR VS EDAD DE LA PLANTACION

58 GRADOS

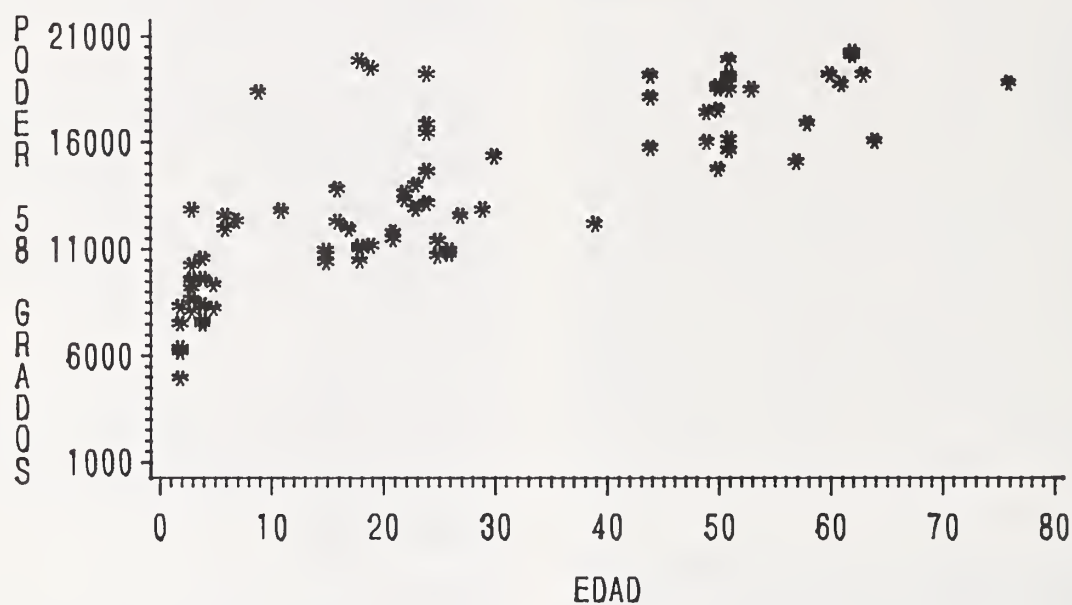
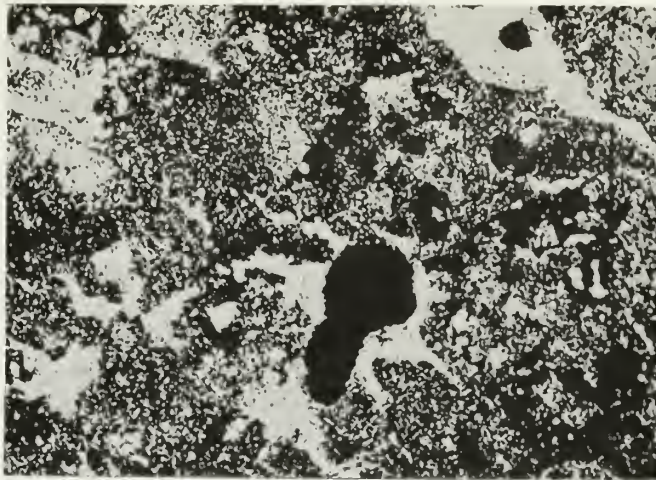
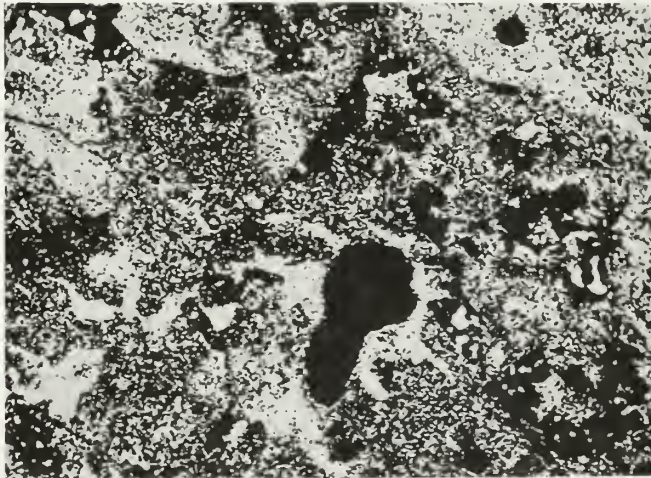


Figura 1. Relación entre la señal de radar (Poder de Radar) y la edad de las plantaciones de pino, para en ángulo de incidencia de 58 grados.

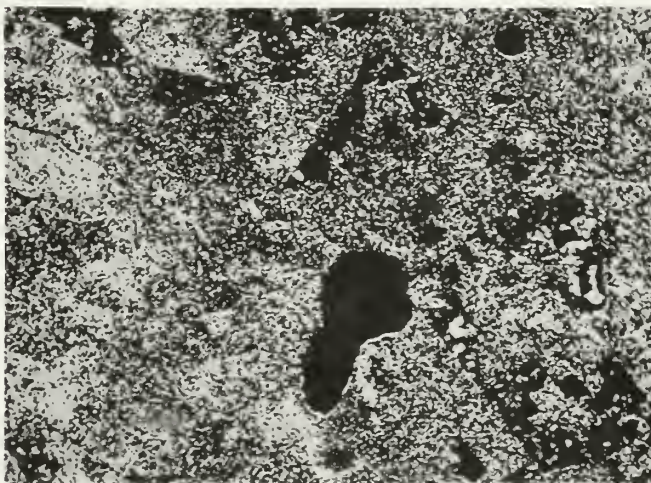




28°



45°



58°

Figura 2. Datos de radar con diferente angulo de incidencia obtenidos en Octubre 1984 sobre el norte de Florida. Las areas con tonos claros representan bosque deciduos en pantanos, los cuales son claramente visibles en la imagen de 28 grados, pero no pueden diferenciarse de las zonas de pinos en la imagen de 58 grados. Las zonas oscuras representan reas agricolas, de pastizal o cuerpos de agua.

**Abstract** - The author describes the procedures used in some Italian Regions (Tuscany, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia) to assess forest resources. These inventories have been carried out using permanent photox and ground plots. The photo-plots are systematically distributed over a grid (400 x 400 m for Tuscany and 200 x 200 m for the other Regions) and identified by Universal Transverse Mercator Coordinates. Several data on land use, geomorphology, forest and cover types, are collected by photo-interpretation on 1:15-30000 aerial photos. Other information are collected through digitizing topographic maps (altitude, slope, aspect, road distances, administrative data, etc.) and other thematic maps. Ground samples are selected after having stratified photo-plots according to photo-interpreted forest types and to topographic data. Satellite Bitterlich variable radius plots (BAF=2) are used to assess productive conditions of forest areas. Some trees selected with probability proportional to the estimated height (3P-sampling) are accurately measured to assess stem form and standing volume.

**Key words:** Regional Forest Inventories, PPS-3P Sampling, Geographic Information System, Permanent Photo and Ground Plots.

**Abstracto** - El autor describe los procedimientos usados en algunas regiones italianas (Toscana, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia) para evaluar los recursos forestales. Estos inventarios se llevaron a cabo usando muestreos fotográficos y de campo permanentes. Los foto-puntos son distribuidos sistemáticamente sobre un retículo (400 x 400 m en Toscana y 200 x 200 m en las otras regiones) e identificados por las Coordenadas del sistema UTM (Universal Transverse Mercator). Varios datos sobre el uso del terreno, la geomorfología, la tipología forestal y la cobertura vegetal son tomados a través de foto-interpretación de tomas aéreas (1:15-30000). Varias informaciones (altitud, gradiente, exposición, distancia de los caminos, datos administrativos, etc.) son tomadas digitalizando mapas topográficos y temáticos. Muestreos de campo son seleccionados después de haber estratificado los foto-puntos según los tipos de bosque y los datos topográficos. Para evaluar las condiciones productivas de las áreas forestales se utilizan muestreos de campo relascópicos de Bitterlich (BAF=2) repartidos en satélites al interior de las áreas fotointerpretadas. Algunos árboles seleccionados con criterio proporcional a la altura estimada (3P sampling) son cuidadosamente medidos para evaluar la forma del tronco y el volumen. Claves: Inventarios forestales regionales, PPS-3P sampling, Sistema de información geográfica, Muestreos fotográficos y de campo permanentes.

### Introducción

Italia se cuenta entre los primeros países del mundo que utilizan materias primas madereras. Gran parte del maderamen importado es transformado por las industrias nacionales y sucesivamente exportado en forma de productos acabados, o sea muebles, marcos de puertas y ventanas, etc. Por ello este país está muy interesado en el desarrollo de una política forestal que favorezca la valorización plena de los recursos madereros nacionales e internacionales y que garantice, al mismo tiempo, la perpetuación de este bien natural y renovable.

No obstante este interés objetivo en un desarrollo y mejoría de la producción maderera, los conocimientos sobre la entidad y las características de los bosques italianos eran, hasta hace pocos años, más bien inciertos. Sólo recientemente (1982) se ha empezado un inventario forestal a nivel nacional que se debería terminar en el curso de este año (1987).

Se trata de un inventario sistemático basado únicamente en muestreos de campo circulares, de 600 m<sup>2</sup> de superficie, distribuidos según una red sistemática de 3 km de lado.

(1) Conferencia Internacional "Evaluación de Tierras y Recursos para la Planificación Nacional de las Zonas Tropicales" (Chetumal, México Enero 25-31, 1987).

(2) Giovanni Preto, Investigador forestal, Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, via delle Cascine 1, 50144 Firenze.



## FASES DEL INVENTARIO FORESTAL

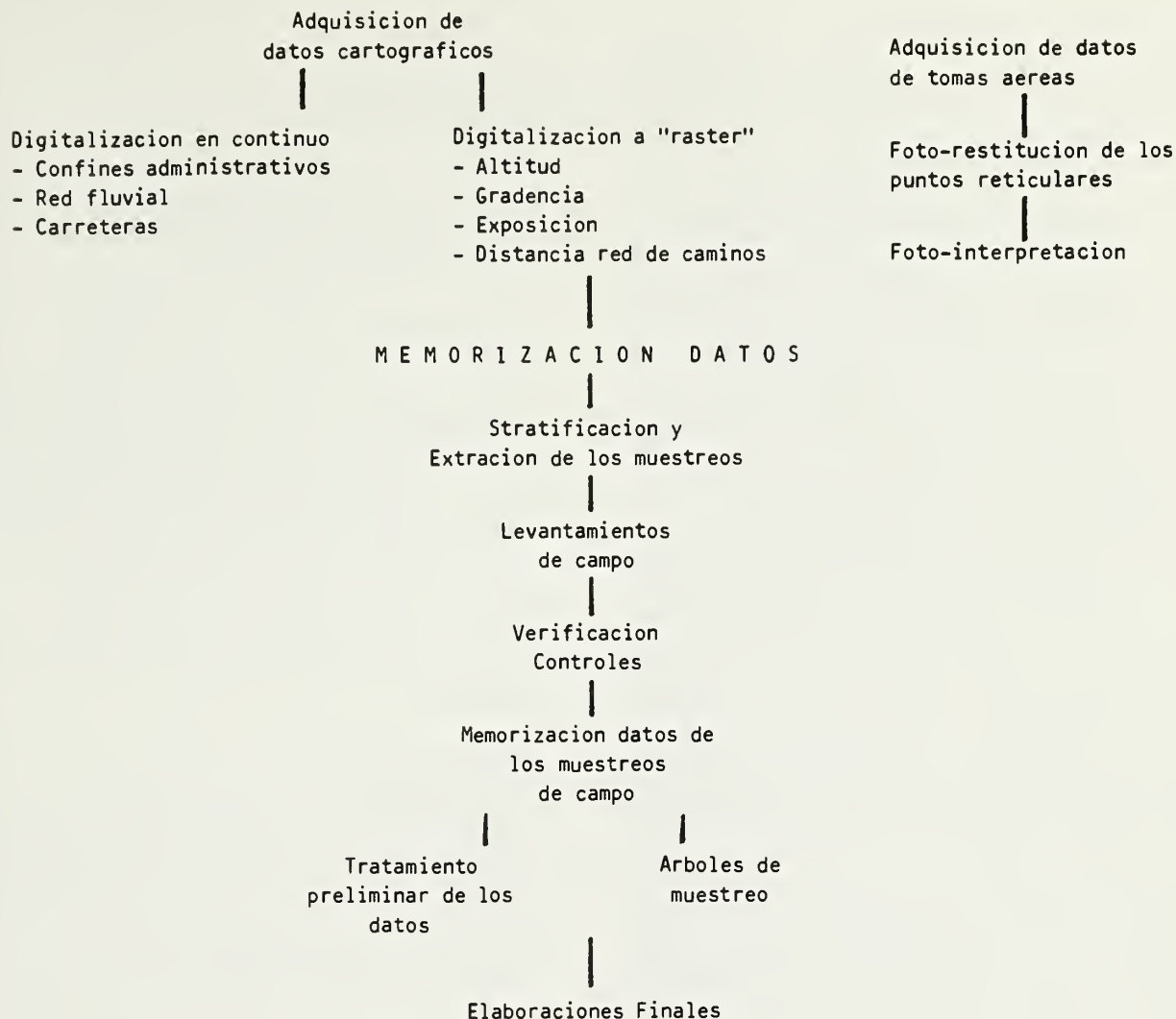


fig 1

La ejecución de este inventario sistemático sobre todo el territorio nacional ha implicado enormes dificultades, proporcionando resultados poco satisfactorios en relación con los gastos. En efecto los inventarios basados únicamente en muestreos de campo (inventarios monofásicos) no pueden proporcionar evaluaciones precisas de las superficies forestales y, en presencia de bosques muy fragmentados, pueden ser afectados de errores no estadísticos, debidos a localización poco atenta en el terreno de puntos de muestreo, a omisión de levantamiento de puntos de la red sistemática arbitrariamente considerados no inventariables, a empleo de numeroso personal escasamente cualificado, a clasificaciones y mediciones no-homogéneas y a otros factores. Además estos inventarios no pueden ser usados eficazmente para el análisis de la evolución en el tiempo de las superficies de bosques, siendo los puntos de control insuficientes y poco seguros.

Los inventarios monofásicos pueden ser útilmente empleados en zonas con extensa superficie cubiertas de bosques, en áreas donde faltan datos de sensores remotos y en investigaciones de tipo extensivo, que no requieren standards de cuidados particularmente elevados en la evaluación de las superficies forestales. Dondequiera que sea necesario un control de las variaciones temporales en la distribución espacial de las áreas de bosque y de otros tipos de cobertura del suelo y se tenga que seguir en el tiempo la evolución de los bosques, hay que recurrir a inventarios que hagan un uso combinado de tele-observaciones y de muestreos de campo.

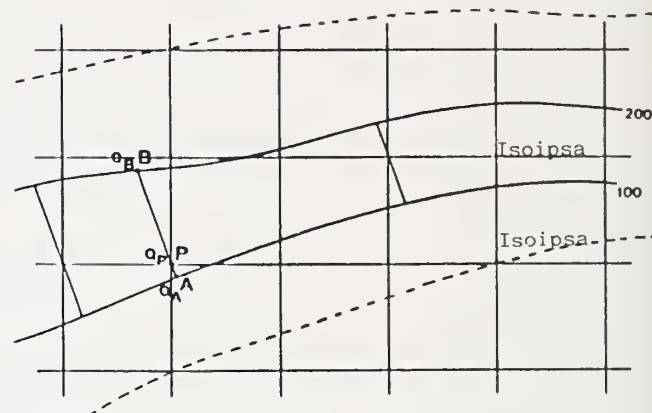
Los inventarios regionales ofrecen muchas ventajas respecto a un solo sistema de análisis centralizado, puesto que pueden utilizar mejor las informaciones, las estructuras y las experiencias ya existentes, combinándolas en esquemas de muestreo más flexibles y eficaces. Además pueden satisfacer mejor las exigencias específicas de gestión, estableciendo una jerarquía de prioridades decidida a nivel local. Para obtener la máxima eficacia cada inventario regional debe estar en condición de proporcionar las informaciones solicitadas a nivel nacional, combinar datos distintos para responder a las exigencias de los varios utilizadores, permitir la comparación y la reunificación de las informaciones recogidas en regiones distintas y consentir un control de las modificaciones espaciales y temporales de los recursos naturales.

La integración temporal y espacial, a varios niveles, de distintas investigaciones sobre varios recursos naturales, requiere una estandarización de las técnicas de medición, de los sistemas de clasificación, de la terminología y de los métodos de levantamiento y necesita nuevas estructuras de coordinación para el análisis y la evaluación de los recursos ambientales. Se trata de problemas complejos que necesitan otras investigaciones más profundizadas, porque la cuestión del control de los recursos naturales y forestales, sobre todo a nivel global, es de primera importancia.

Algunas regiones italianas (Toscana, Emilia Romagna, Friuli Venezia-Giulia) están llevando a cabo o han realizado ya inventarios permanentes muy detallados de sus recursos forestales mediante sistemas de muestreo a varias fases a través del uso de fotografías aéreas y de muestreos de campo. Los inventarios de estas regiones tienen como finalidad la planificación de las intervenciones forestales sobre cuencas hidrográficas de superficie variable entre 20000 y 80000 hectáreas y su objetivo primario es el control en el tiempo de la evolución del patrimonio selvoso en relación con los usos que de él se hacen (recreativo, productivo, de conservación naturalista, etc.). Cada inventario se basa en un sistema informativo geográfico computerizado que permite la integración de distintos datos ambientales derivados de mapas temáticos y topográficos y de informaciones de otras fuentes -estudios socio-económicos, naturalísticos, etc. (Fig. 1).

Los confines administrativos (haciendas públicas, parques, municipios, provincias, distritos, etc.), los límites hidrográficos de las cuencas y sub-cuencas, los caminos y las redes fluviales son identificados en los mapas topográficos (1:25000 o 1:10000), digitalizados y memorizados en forma vectorial, usando el sistema UTM (Universal Transverse Mercator).

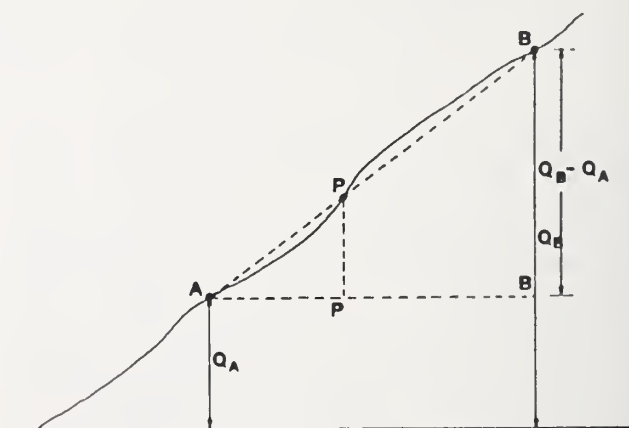
Sucesivamente sobre las bases topográficas se traza un retículo de 200 x 200 m o 400 x 400 m (Toscana), que tiene el mismo sistema de referencia geográfica (UTM). Por cada punto de este retículo sistemático, se adquieren, a través de la digitalización, los datos de cuota, gradiente y exposición, memorizando las coordenadas UTM del punto muestra y las cuotas de otros dos puntos yacentes sobre las curvas isoaltimétricas más cercanas colocadas por partes opuestas al punto del retículo considerado (Fig. 2).



Planimetria

#### Datos digitalizados

- coordenadas punto reticular (A)
- coordenadas de las extremidades del segmento de máxima inclinación por el punto reticular (B, C)
- altitud de la isoipsa superior (QB) y inferior respecto al punto reticular (QA).



Seccion

#### Datos derivados

- altitud del punto reticular (QA)
- exposición de la superficie aledaña al punto reticular
- gradiente de la superficie aledaña al punto reticular.

fig 2



# Fuentes de error en la preparaci3n de maps tematicos a trav3s de la foto-interpretaci3n

Foto-interpretaci3n	Foto-restituci3n
<ul style="list-style-type: none"> <li>- errores de la clasificaci3n de las 3reas</li> <li>- errores de delimitaci3n de los pol3gonos</li> <li>- errada generalizaci3n de los pol3gonos</li> <li>- omitida delimitaci3n de pol3gonos de dimensiones superiores a la "unidad" m3nima cartogr3fica</li> <li>- delimitaci3n de pol3gonos de 3rea inferior a la "unidad" m3nima cartogr3fica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- errores instrumentales</li> <li>- errores cartogr3ficos</li> <li>- omisi3nes de codificaci3n de restitucion</li> </ul>
	<h2>Medici3n de las areas</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>- errores de planimetraci3n</li> <li>- omisi3nes</li> </ul>

Tab 1

Todos los puntos del ret3culo, identificados mediante sus coordenadas UTM, son atribuidos en seguida autom3ticamente a la unidad administrativa y geogr3fica de referencia y se crea un archivo general computerizado donde por cada elemento del ret3culo (1 punto cada 4 o bien 16 hect3reas) se registran los datos adquiridos a trav3s de la digitalizaci3n de los mapas topogr3ficos (coordenadas UTM, cuota, gradiente, exposici3n, administraci3n, limitaciones de uso del territorio).

En seguida los puntos del ret3culo se transfieren mediante instrumentos restituidores fotogram3tricos (Estercomicr3metro Galileo, Stereotop Zeiss, etc.) de los mapas topogr3ficos a los fotogramas a3reos (1:20000 - 1:30000) que cubren las 3reas investigadas y se marcan sobre las fotograf3as con transferibles adecuados. La foto-interpretaci3n se efectúa en 3reas circulares o cuadradas, centradas en los puntos del ret3culo transferidos fotogram3tricamente, teniendo en escala una superficie de medio a una hect3rea.

La interpretaci3n de foto-puntos (photo-plots) presenta grandes ventajas respecto a la foto-interpretaci3n y delimitaci3n por 3reas, que se adopta cuando se preparan mapas tem3ticos y proporciona mejores resultados. En efecto, en la preparaci3n de cartas tem3ticas a trav3s de foto-interpretaci3n y delimitaci3n completa de los varios tipos de cobertura y de uso del suelo existen, varias fuentes de error que, muy a menudo, vuelven dif3cilmente comparables documentos obtenidos por foto-int3rpretes distintos o en tiempos distintos (Tabla 1).

El muestreo sistem3tico mediante 3reas de ensayo fotogr3ficas permite una r3pida y cuidadosa catalogaci3n de las 3reas forestales y de los diversos tipos de uso y de cobertura del suelo y favorece el control de las modificaciones que se verifican en el territorio. Permite, adem3s, la realizaci3n por v3a autom3tica de mapas tem3ticos y hace m3s r3pidos y cuidados los c3lculos de superficie y la localizaci3n de 3reas con caracter3sticas particulares. El ret3culo sistem3tico puede ser adem3s densificado para investigaciones espec3ficas locales de mayor detalle.

Para obtener buenos resultados de la foto-interpretaci3n es necesario que los criterios de clasificaci3n de los foto-puntos de muestreo sean objetivos y estad3sticamente correctos, y que las categor3as foto-interpretadas sean identificables con precisi3n por foto-int3rpretes que conozcan bien el territorio examinado.

Los criterios de clasificaci3n adoptados en la foto-interpretaci3n condicionan el contenido, la resoluci3n y la flexibilidad de las informaciones adquiridas sobre los caracteres de las 3reas forestales y de los tipos de uso y de cobertura del suelo. Es necesario, por lo tanto, que el m3todo de clasificaci3n, adem3s de ser objetivo, responda en pleno a las necesidades informativas actuales y futuras, que pueda ser aplicado por muestreos de distinta intensidad y que sea compatible con las informaciones existentes y con otras investigaciones sobre los recursos naturales.

El nivel de precisión conseguido en el reconocimiento sobre los fotogramas de las categorías fundamentales de cobertura debe ser por lo menos del 90% con mínimos controles de campo (Fig. 3). El sistema de clasificación adoptado en los inventarios forestales regionales es de tipo jerárquico y, para las formas de uso y de cobertura del suelo, sigue el sistema adoptado en varios países por las investigaciones ambientales mediante tele-levantamientos (Anderson et al. 1976).

Para los rodales forestales se han tomado en consideración los siguientes parámetros, fácilmente identificables en fotos aéreas a escala comprendida entre 1:15000-30000 (Fig. 4):

- altura de los rodales (inferior a 5 m, 5-15 m, superior a 15 m)
- cobertura (inferior a 10%, "no bosque"; 10-40%, bosque degradado muy abierto; 40-70%, bosque abierto; superior a 70%, bosque cerrado)
- composición (bosque puro, con coníferas o latifoliadas superiores a 75%; bosque mixto con coníferas y latifoliadas entre 25-75%)
- estructura de los rodales (mono o pluriestratificada)
- tipo forestal en base a las condiciones ecológicas del área

Para establecer cuáles son las áreas de margen, para facilitar los levantamientos de campo, sobre todas las áreas de ensayo fotográficas se registra también la posible compresencia de formas distintas de uso del suelo, la presencia de caminos y senderos, o bien de formaciones vegetales desarrolladas prevalentemente en longitud (hileras, rompevientos, fajas para fuegos, etc.).

Además se ha desarrollado una clave de evaluación y clasificación de los caracteres geo-morfológicos alrededor de los puntos foto-interpretados, de modo de establecer posibles correlaciones entre tipos de rodales y caracteres de las estaciones.

Estas informaciones asociadas a la posición geográfica de los puntos y a los datos de cuota, gradiente y exposición son de primera importancia en los estudios sobre la protección hidrogeológica de las cuencas, en la planificación de las utilidades selvas, en las investigaciones pedológicas y en los análisis florísticos.

La evaluación de algunos fenómenos, como bosque-no bosque, rodales de coníferas y de latifoliadas, montes altos y montes bajos de turno, además de los tipos de uso más común y de cobertura del suelo, presenta, en fotos aéreas convencionales pancromáticas (hasta escala 1:35-40000), tiene más o menos la misma precisión que se obtiene con levantamientos de campo y, por tanto, los datos cualitativos sobre las modificaciones ambientales y su localización son suficientemente correctos. En cambio, la averiguación de otros caracteres cuantitativos como la altura, el grado de cobertura, los volúmenes, la tipología forestal son suficientemente seguros sólo con fotogramas con esca-

la hasta 1:18000-20000, y están generalmente asociados a errores de muestreo más elevados.

Según nuestra experiencia, empero, no es necesario empujar la estratificación a niveles de extremo detalle, puesto que bastan 6-8 estratos representativos de situaciones bien diferenciadas, significativas desde el punto de vista ecológico y de manejo para realizar un gran ahorro en los trabajos de campo.

Las áreas de prueba fotográficas (foto-puntos) permanentes asociadas a un sistema geográfico de referencia, ofrecen la posibilidad de controlar los cambios que se realizan sobre el territorio y de reconstruir las modificaciones de cobertura forestal y de uso del suelo que se verifican sobre cada punto del retículo.

La relación de costo que existe entre las áreas de prueba fotográfica permanentes (excluyendo el vuelo aéreo) y los muestreos de campo es de 1:20, semejante al valor que se verifica en otros países (USA 1:18, India 1:12, Alemania 1:17). Por ello es conveniente establecer una red de muestreos muy densa sobre las fotografías aéreas para obtener estimaciones muy precisas de las superficies y un número muy elevado de puntos de muestreo en cada uno de los 6-8 estratos forestales más importantes.

Después que se han completado los trabajos de digitalización, de fotorestitución y de interpretación, para cada punto del retículo sistemático (200 x 200 m o 400 x 400 m) se archivan las siguientes informaciones en un data base:

#### Datos de mapa

- coordinata UTM
- altitud
- gradiente
- exposición
- distancia de los caminos

#### Datos administrativos

- municipalidad
- provincia
- cuenca hidrográfica
- parques naturales
- áreas protegidas

#### Datos de foto

- uso y cobertura del suelo
- tipo de bosque
- densidad de cobertura
- altura de los bosques
- geomorfología



# FACTORES QUE CONDICIONAN LA PRECISION DE LA INTERPRETATION

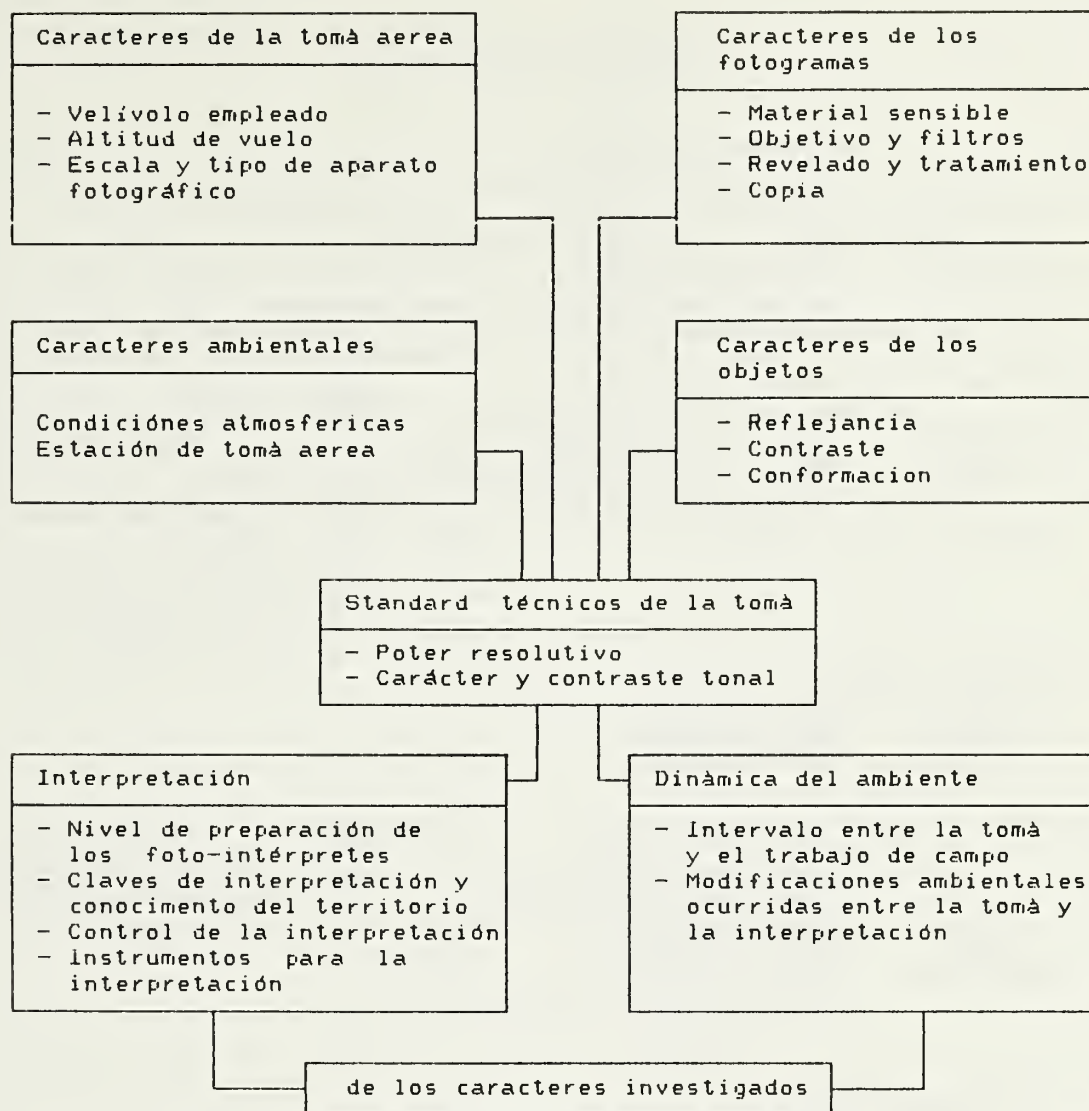


fig3

## Ventajas de foto-intepretación por puntos

- Clasificación más rápida, mas simple y menos costosa.
- El conjunto de los foto-puntos clasificados proporciona directamente una población o varios sub-poblaciones (estratos) de los cuales extraer directamente las muestras para la investigaciones en el terreno.
- La atribución de un pequeña, bien delimitada área fotográfica a las categorías apropiadas de cobertura del suelo y a los distintos tipos forestales es más precisa que la evaluación de un valor medio dentro de amplias zonas delimitadas en los fotogramas.
- El muestreo por foto-puntos es más rapido y menos costoso que la delimitación completa y la sucesiva foto-restitución y medición de las áreas foto-interpretadas sobre las bases topográfica.
- El control de las modificaciones temporales en las formas de cobertura y de uso del suelo es más preciso puesto que se basa en el examen estadístico de las variaciones que ocurren en los mismos elementos de muestra.
- La memorización de los datos foto-interpretados y el siguiente tratamiento de las informaciones resultan simplificados.

# CATEGORIAS FOTO-INTERPRETADAS

1. AREAS URBANAS EDIFICADAS
  - 1.1 A. residenciales
  - 1.2 A. comerciales, servicias e instituciones
  - 1.3 A. industriales
  - 1.4 A. Plantas agro-industriales
  - 1.5 A. recreativa
  - 1.6 A. en trasformaciòn y courbanizadas
  - 1.7 Comunicaciòn
2. AREAS AGRICOLAS
  - 2.1 Cultivos herbàceos, tierras labrantias, prados
  - 2.2 Viveros, Invernaderos, etc.
  - 2.3 Cultivos àrboreos
    - 2.1.1 Simples
    - 2.1.2 Arbolados
    - 2.3.1 Vinàs
    - 2.3.2 Plantaciòn de frutales
    - 2.3.3 Olivares
    - 2.3.4 Plantaciòn madre ras alamedas
3. PRADERIAS, PASTOS TERRENOS BALDIOS
  - 3.1 Herbàceos
  - 3.2 Arbustivos
  - 3.3 Arbolados
4. AREAS FORESTALES
  - 4.1 Selvas Rodales
  - 4.2 Bosquecillos
  - 4.3 Formaciòn ribereñas
  - 4.4 Reforestaciòn
  - 4.5 Desmontes
  - 4.6 Castaños
  - 4.7 Matorrales, Chaparros, Boscajes
    - 4.1.1 puros de coníferas
    - 4.1.2 puros de latifoliadas
    - 4.1.3 mezcladas coníferas-latifoliadas
5. AGUAS
  - 5.1 Rios, torrentes
  - 5.2 Lagos, espejos de agua
  - 5.3 Bahías, lagunas, estuarios
6. AREAS CENAGOSAS CHARCOS, TURBALES
  - 6.1 Pantanos con vegetaciòn herbàcea
  - 6.2 Pantanos con vegetaciòn arbòrea-arbustiva
7. AREAS DESNUDAS
  - 7.1 Playas, Escolleras
  - 7.2 Afloramientos de rocas y piedras
  - 7.3 Canteras, minas
8. NEVADOS

fig 4



A estas informaciones básicas se pueden agregar para cada punto del retículo UTM otros datos de distintas fuentes, como mapas temáticos (de vegetación, geológicos, pedológicos, etc.), o de tele-observación (imágenes de satélite, foto a larga escala, tomas con sensores térmicos, etc.).

#### Muestreos de campo

La evaluación de los caracteres productivos silviculturales y el control sobre la evolución de los distintos tipos de bosques se efectúa mediante áreas de muestreo de campo permanentes, seleccionadas con criterio óptimo dentro de cada uno de los estratos individualizados a través de la foto-interpretación.

Mediante los datos topográficos (altitud, gradiente, exposición) y los que se refieren a la viabilidad (presencia y distancia de carreteras y trozas para el transporte de madera) y a la morfología del terreno, es posible subdividir los puntos clasificados "bosques" en accesibles y utilizables y en inaccesibles que actualmente no son explotables. Se pueden también calcular aproximadamente los costos de levantamiento de los muestreos y de utilización de los productos forestales.

Para reducir los costos de levantamiento, las mediciones son efectuadas en grupos de 3-4 muestreos de campo (satélites) localizados dentro del área foto-interpretada, de modo que el muestreo central coincida con el centro del foto-punto de coordenadas conocidas (Fig. 5).

El centro de las áreas de prueba permanentes es marcado de modo no visible, con un simple piquete metálico o con una especial sonda electrónica (Geofix) clavada en el terreno y se registran las coordenadas polares de cada planta medida.

La localización de los puntos de muestreo en el terreno se efectúa mediante instrumentos topográficos, a partir de puntos estables bien visibles sobre los mapas topográficos y sobre las fotos aéreas (puentes, casas, etc.). Nunca han surgido problemas para volver a encontrar las áreas de muestreo.

Para el análisis de los caracteres productivos se recurre a la selección de las plantas mediante el relascopio de Bitterlich (BAF=2) que permite concentrar las mediciones en los individuos con mayor valor productivo. En cada planta seleccionada se efectúan varios levantamientos para establecer los caracteres productivos y vegetativos (tabla 2).

Una sub-muestra de los árboles medidos se selecciona con criterio proporcional a la altura estimada (3P-sampling) y se somete a medidas detalladas particularmente fatigosas (diámetros a 6.5 m, 5 m o 4 m desde el suelo, altura total, altura de inserción de la copa, circunferencia a la base -0,30 m-, espesor de la corteza). Estas plantas seleccionadas proporcionalmente al producto área

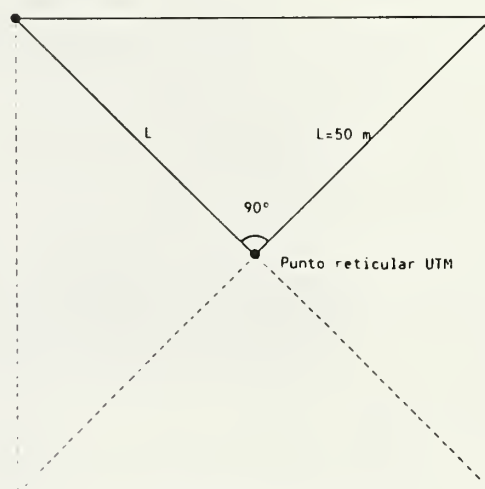
basimétrica por altura total ( $d^2 h_t$ ) son cubicadas en pie y una sub-muestra se corta sucesivamente para efectuar una cuidadosa medición del volumen y para la construcción de tablas de cubatura.

También se recogen otros datos sobre el estado sanitario de los bosques, sobre la tipología, sobre los caracteres de la estación y sobre la estructura de los rodales.

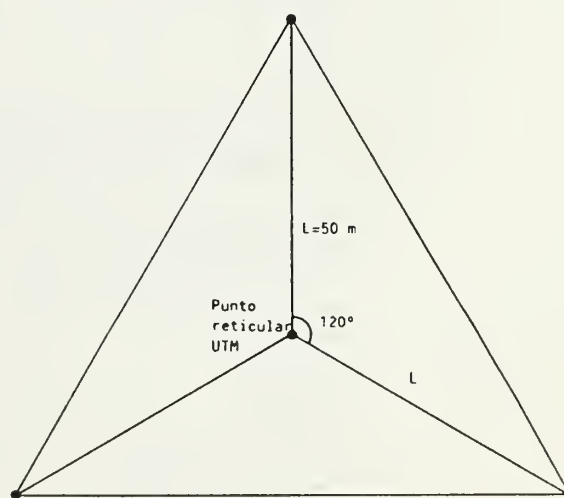
Estas informaciones se agregan a los datos adquiridos mediante fotointerpretación y se utilizan para la evaluación de la producción maderera a nivel de cuenca hidrográfica.

La disponibilidad de una red sistemática de puntos de muestreo identificados por las respectivas coordenadas geográficas y catalogados por tipo de uso y cobertura del suelo y por otros caracteres topográficos y ambientales derivados de teleobservaciones o de otros documentos, permite conducir

#### ÁREAS DE PRUEBA PERMANENTES



#### FRIULI-VENEZIA GIULIA



#### EMILIA-ROMAGNA

fig 5

investigaciones distintas sobre los recursos naturales partiendo de un sistema de catalogación y de un marco de muestras unitario.

Las informaciones adquiridas sobre los distintos recursos naturales pueden ser confrontadas y combinadas entre ellas en función de particulares exigencias. Además se pueden intensificar las observaciones sobre áreas específicas mediante una densificación de la red de puntos de muestreo fotográfico o de campo.

La estructura de muestreo adoptada por los inventarios regionales italianos es muy flexible y permite reunir varias informaciones ambientales y emplear métodos de muestreo distintos en función del recurso que se quiere examinar. Además consiente un eficaz control en el tiempo de las modificaciones de cobertura y de uso del suelo y de los caracteres de los bosques.

### Mediciones y levantamientos forestales en los muestreos de campo

#### Arboles seleccionados a través del Relascopio (BAF=2)

- Especie botánica
- Coordenadas polares
- DBH max. y min.
- Posición social
- Morfología de la copa
- Defectos patológicos y físicos de la troza
- Condiciones vegetativas
- Valuación ocular de la altura

#### Arboles seleccionados con criterio proporcional a la altura estimada-Muestreo 3P

##### Mediciones

- Altura dendrométrica (ht)
- Altura de la copa (hch)
- Circunferencia a nivel del suelo (0,30 m)
- Diámetro a 6,5 m, 5 m, 4 m desde el suelo
- Espesor de la corteza

#### Arboles seleccionados para indagines auxonométricas

- Incremento medio
- Incremento corriente
- Edad

Arbol más cercano al  
centro del muestreo de campo  
Arbol de diámetro medio

#### Levantamientos de los caracteres silviculturales

- Tipología forestal
- Origen del rodal
- Tipo silvicultural (montes, bajos, altos, etc.)
- Estructura
- Cubierta
- Renovación
- Caracteres cuantitativos de la renovación
- Condiciones vegetativas de la renovación

#### Levantamientos de los caracteres de la estación

- Gradiente
- Exposición
- Morfología del suelo
- Positura topográfica
- Accesibilidad
- Viabilidad
- Vialidad



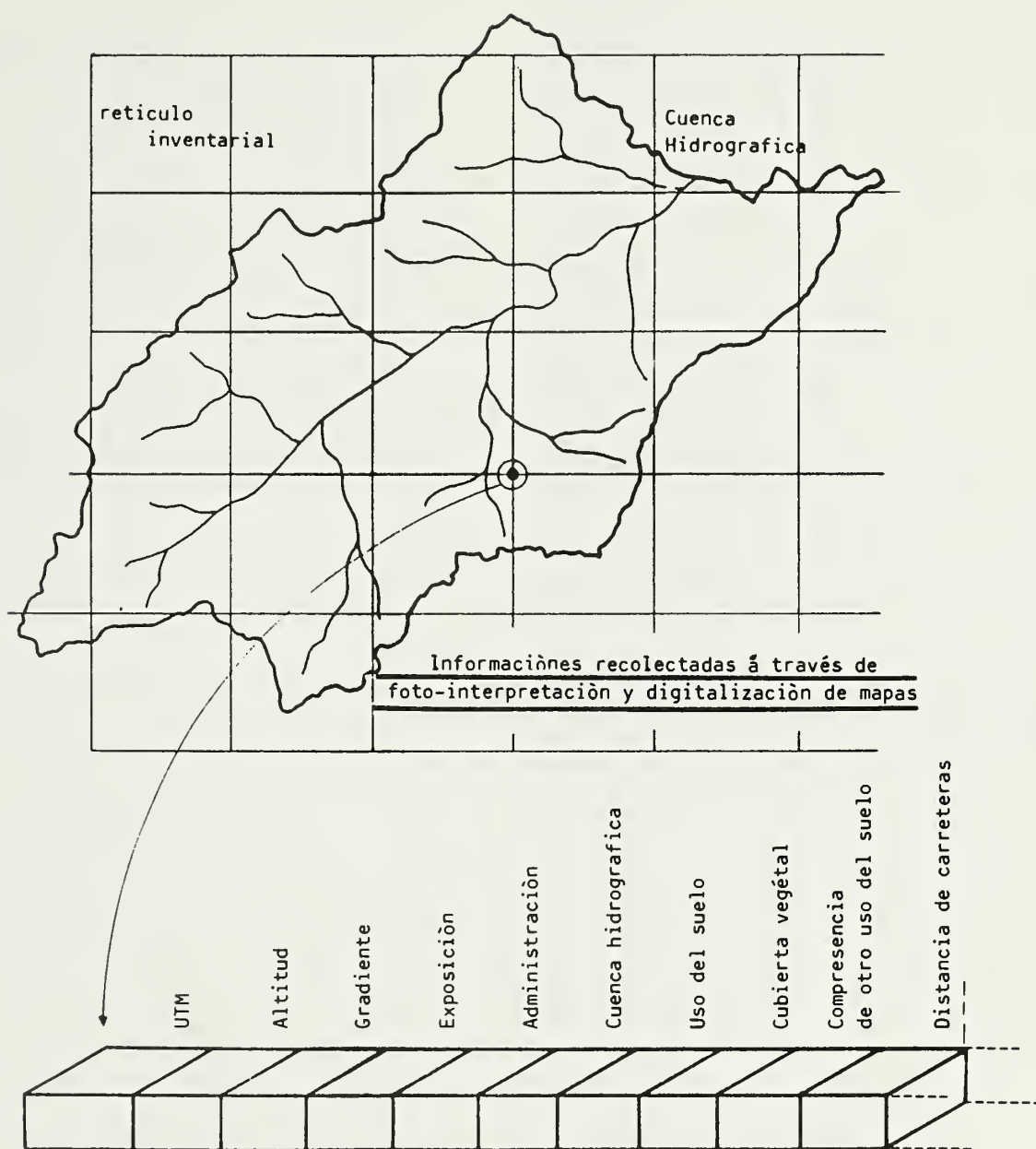


fig6

# BIBLIOGRAFIA

1. Anderson, J.R. et al. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensing Data. US Geol. Survey, Prof. Paper 964; 1976.
2. Bickford, C.A. Stratification for Timber Cruising. Journal of Forestry 59(10); 1961.
3. Cunia, T. On Tree Biomass Tables and Regression: Some Statistical Comments. In: Forest Resource Inventories Workshop Proceedings; 1979 July 23-26; Fort Collins; 1979: 629-642, 643-664.
4. Cunia, T. Main Objectives and Desirable Characteristics of National Forest Inventory System. Mitt. der Abteilung für Forstliche Biometrie 3, Freiburg; 1985: 1-19.
5. Gallie, E.A. Canadian Land Use Monitoring Programme. A Perspective on Accuracy and Errors in CLUMP Mapping. Final Rept. mimeo, Lands Directorate Environment Canada, Ottawa; 1985.
6. Kilz, E. et al. Zu den Kosten großräumiger Waldschadeninventuren dargestellt am Beispiel der Schadenserhebung Baden-Württemberg. Allg. Forstzeitsch; 1984: 43-44.
7. Kolbl, O.; Trachsler, R. Großräumige Landnutzungserhebungen mittels Stichprobenweisen Auswertungen von Luftbildern. ORL Inst. ETH, DISP 51; Zürich; 1978: 36-50.
8. Lund, H.G. The BLM National Resource Lands Forest. Inventory. In: Inventory Design and Analysis Proceedings of Workshop; 1974 July 23-25; Fort Collins, Colorado State University; 1974.
9. Nichols, J.D.; Shirp, J.D.; Titus, S. Cost-Effectiveness Comparison of Existing and Landsat-based Total Timber Resources Inventory System. Berkley: University of California; 1975.
10. Preto, G. Inventario forestale della Toscana. Progetto generale vol. I. Manuale di foto-interpretazione vol. II. Regione Toscana-Giunta Regionale, Firenze; 1984.
11. Preto, G. Inventario forestale del Friuli-Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Udine; 1985.
12. Preto, G. Combined Use of Aerial Photographs, Maps and Field Sampling for Management Planning. In: 18th IUFRO Congress Div. 4; 1986 Sept. 7-21; Ljubliana; 1986.
13. Schmidt-Haas, P. Monitoring Changes with Combined Sampling on Aerial Photographs and on the Ground. In: Arid Land Resources Inventory Workshop; 1980 30 Nov.-6 Dec.; La Paz; 1980.
14. Singh, K.D. Proceedings of the Training Course on Application of New Remote Sensing Techniques to Forest Suveys. Harbi, People's Rep. of China; 1980.
15. Singh, K.D. Combined Use of Ground Sampling and Remote Sensing for Monitoring Forest Changes. In: 18th IUFRO Congress Div. 4; 1986 Sept. 7-21; Ljubliana; 1986.



**INVENTARIO DE RECURSOS**  
**RELATORIA DE LA SESION TECNICA DEL GRUPO "A"**

**MODERADOR:** Ing. Oscar Cedeño Sánchez

**RELATOR:** Ing. Paulino Heron Rosales Salazar

En esta sesión se presentaron nueve ponencias, las cuales abordaron experiencias sobre Inventarios -- Forestales, el uso de tecnologías en la realización de los mismos, y metodologías para toma de -- información de inventarios de uso múltiple de recursos en las regiones forestales tropicales.

En primer término el Sr. Raúl Bertoní Vega, presentó la ponencia sobre "Evaluación del Crecimiento -- en las selvas de Campeche" en la que describió las características de los bosques del área del campo experimental del Tormento Campeche, en donde en -- 1966 se estableció un experimento para medir, en -- condiciones naturales, el incremento en diámetro -- de las especies de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro rojo (*Cedrela odorata*) y de acuerdo a las mediciones hechas en 1976 se muestran resultados de 3.28 mm/año para caoba y 5.08 mm/año para cedro -- rojo, estos resultados se compararon con incrementos de plantaciones en esa misma región y en base a las diferencias encontradas, se concluye que es urgente definir el uso de sistemas silvícolas como una forma para acelerar el crecimiento de estas -- especies y optimizar el aprovechamiento de los -- bosques tropicales.

En segundo lugar el Dr. Raymond L. Czaplewski, presentó el tema sobre "Inventario Extensivo de Cu-- biertas Terrestres de Grandes Regiones, Usando -- Muestreo Fotográfico Permanente" en él, abordó la forma en que se realiza el monitoreo para actualizar los inventarios de tierras y recursos forestales en el Sureste de Estados Unidos a través del -- uso de imágenes de satélite y aerofotografías, específicamente para detectar los cambios en el uso del suelo y vegetación forestal que se dan año con año ya que los inventarios tradicionales se realizan cada 10 años en cada estado de esta región. -- Como parte de la metodología la información de las imágenes de satélite se coteja con información del terreno utilizando unidades de muestreo de 404.7 hectáreas y en base a las áreas muestreadas a través de fotointerpretación se cuantifica para el -- resto de las áreas los cambios con respecto al año base en que se tomó el inventario original. Se -- concluye que los resultados del uso de estas técnicas han sido confiables al compararlos con los inventarios tradicionales y es muy factible su uso para la evaluación de los recursos de las zonas -- tropicales.

A continuación el mismo Dr. Czaplewski, dió lectura a los resúmenes de dos ponencias programadas -- para esta sesión.

El primero sobre la ponencia titulada "Inventario Forestal -- Una Aproximación Intermontaña" elaborada por el Sr. Dwane D. Van Hoosen en la que se señala que cualquier sistema de inventario debe proporcionar la información básica que se requiere, la cual debe ser flexible, sencilla y útil para -- el manejo de los recursos y se presenta el sistema de inventario usado por el Servicio Forestal -- en la Intermontaña Oeste de Estados Unidos, incluyendo el análisis para la definición del área, -- procedimientos de medición de los recursos y la -- información básica obtenida a través de los ejemplos que se presentan.

El segundo resumen correspondiente a la ponencia sobre "Cuantificación de las Superficies Forestales en la República de Níger Usando el Procedimiento de Mapeo, Auxiliado de Sensores Remotos". Se menciona que dada la magnitud del área de interés, (500 000 Km<sup>2</sup>), su inaccesibilidad y el bajo valor de los recursos forestales de la región forestal, se decidió desarrollar y aplicar un sistema de -- evaluación utilizando una combinación de mapeo fotográfico con imágenes de sensores remotos, describiendo la metodología y resultados obtenidos y recomendando su aplicación como un sistema para -- la evaluación de recursos forestales a partir de claves de fotointerpretación y utilizando fotografías aéreas de mediana escala.

Enseguida el Ing. Pedro García Mayoral, presentó el tema sobre "Aplicación de los Sensores Remotos en Inventarios Forestales del Trópico", señalando la importancia del uso de estas tecnologías en la evaluación de los recursos forestales. Se enfatizó que de acuerdo a los objetivos y niveles de -- información que requiere un inventario forestal, corresponde el uso de este tipo de técnicas para la definición, cuantificación y caracterización -- de los recursos forestales. También se abordó la metodología de análisis para seleccionar la técnica más adecuada en función de la disponibilidad -- de fotografías aéreas y de imágenes de satélite -- con la finalidad de optimizar los resultados y minimizar los costos en la evaluación de los recursos. Se concluye que aún se está ampliando el panorama de usos de estas técnicas las cuales son -- herramienta útil y necesaria en la evaluación y -- actualización de los recursos de las zonas tropicales debido a las características tan dinámicas que se presentan en dichas regiones.

Posteriormente, el Dr. Hans Schreuder, presentó la ponencia sobre "Una Propuesta de Inventario -- Múltiple de Recursos para Bosques Tropicales" en la que se describió la información factible de obtener en este tipo de inventario, tales como las características del terreno y uso actual del suelo, tipos de vegetación, cuantificación maderable por tipo de vegetación, producción de biomasa, -- distribución de la fauna silvestre así como la --

disponibilidad de agua entre otros aspectos. Aunque se aclaró que se presenta como un marco conceptual, por principio se señalaron los lineamientos a seguir para realizar este tipo de inventarios - por ejemplo, definir la información absolutamente necesaria, medir lo que es prácticamente posible - bajo un esquema flexible y obtener información de variables cuyos valores no se vean afectados por criterios personales entre otros. Como metodología se mencionó que la información del uso del suelo y tipos de vegetación se obtiene de fotografías aéreas de mediana escala en tanto que las características de la vegetación a través de muestreo en el terreno. Se concluye que se obtuvieron resultados correspondientes entre la información de las fotografías aéreas y el terreno y que es un buen sistema para obtener eficiencia y bajos costos en la realización de un inventario de recursos forestales.

La siguiente ponencia titulada "Cartografía Forestal Usando Radar e Información Óptica Aeroespectral", fue presentada por el Dr. Fabian Lozano en la que mostró de manera gráfica el uso de los sensores remotos y materiales fotográficos de alta resolución como elementos prácticos en la evaluación de grandes áreas para cuantificar las características de los terrenos y áreas forestales. Con este tipo de imágenes y su correspondiente identificación por muestreo en las fotografías aéreas se obtiene un sistema de evaluación de los recursos forestales. Como conclusión se señala la urgencia de utilizar este tipo de tecnología que cada vez está más disponible y ya es de uso común en la evaluación de los recursos forestales.

A continuación el Ing. Manuel de los Santos, expuso el tema sobre "Los Inventarios Forestales en el Estado de Quintana Roo", en el que se presentó una síntesis histórica tanto de los aprovechamientos - como de los estudios dasonómicos realizados en dicha entidad. Al tratar la formulación de estudios, se describen los sistemas de inventarios utilizados, en donde el diseño de muestreo denominado -- "Muestreo Estratificado por Fajas al Azar" y la -- elaboración de tablas de volúmenes realizados hace 20 años han servido de guía en la elaboración de - estudios posteriores que se han realizado en otras áreas tropicales del país.

Se concluye que con la incorporación de las fotografías aéreas y los sistemas de procesamiento -- electrónico se ha simplificado la elaboración de estudios dasonómicos y se dispone de elementos suficientes para hacer los inventarios forestales -- del trópico, en forma rápida, baratos y estadísticamente válidos.

Finalmente el Sr. Giovanni Preto de Italia, presentó la ponencia titulada "Estructura de Algunos -- Inventarios Forestales Regionales en Italia" en la que describió el sistema de inventarios de recursos múltiples, empleado en las regiones de Toscana, Emilia Romagna y Friuli-Venezia-Giulia de ese país; en donde se persigue la planificación forestal en base a cuencias hidrográficas. Como tecnología se presentó desde la utilización del material cartográfico, el diseño de muestreo, el tipo de información a recabar hasta su integración para obtener - la producción maderable y los usos de otros recursos de acuerdo a las necesidades de cada región forestal.



Abstracto--La regeneración natural de un bosque húmedo tropical fué analizada basado en resultados de un inventario forestal. Noventa y cuatro parcelas concéntricas registraron 97 especies potencialmente comerciales. Se encontró un promedio de 43798 plantas ha<sup>-1</sup> hasta 1.5 m de altura y 4828 ha<sup>-1</sup> de 1.5 m de altura hasta 15 cm DAP.

Abstract--Regeneration of a humid tropical forest was analyzed based on results of a forest inventory. Ninety four concentric plots measured registered 97 different species. An average of 43798 trees ha<sup>-1</sup>, 1.5 m in height or less and 4828 ha<sup>-1</sup> 1.5 m high up to 15 cm in DBH were found.

## Introducción

El bosque húmedo tropical en Honduras es denso y abundante en especies. Pero por encontrarse en suelos más fértiles y profundos, el campesino, principalmente, lo tala para eventualmente sacar su cosecha agrícola. Debido a que este ritmo de destrucción es muy acelerado, entre 50,000 y 80,000 hectáreas anualmente (5), es necesario manejar este bosque, para lo cual se requiere de información que se puede obtener a través de un inventario forestal total y detallado. El mismo debe proveer muchos datos, pero particularmente debe dar a conocer la distribución de los árboles por clases diamétricas o por clases de alturas, como es el caso de la regeneración natural.

Sin embargo, a pesar de ese ritmo acelerado de destrucción del bosque, resultados de inventarios en este tipo de vegetación indican que el bosque húmedo tropical, generalmente cuenta con un buen semillero de plantas o regeneración natural, en distintos estratos de crecimiento, la cual debe manejarse adecuadamente para que alcancen la cosecha final.

Los resultados de este análisis dan a conocer la distribución de árboles ha<sup>-1</sup> (N ha<sup>-1</sup>) hasta de 1.5 m de altura y de 1.5 m de altura hasta 15 cm diámetro a la altura del pecho (DAP). Además se reporta el N ha<sup>-1</sup>, área basal en metros cuadrados (AB m<sup>2</sup>) y la contribución al volumen en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) por hectárea para árboles de 15 a 40 centímetros y mayores de 40 cm de DAP, respectivamente.

1/ Trabajo presentado en la Conferencia Internacional y Taller "Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales (Chetumal, México, Enero 25-31, 1987)

2/ Froylán Castañeda PhD, Profesor Titular III, Coordinador de la Carrera de Ingeniería Forestal y Gerardo Rodríguez, Ingeniero Forestal, Profesor Auxiliar III: Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico. Universidad Nacional Autónoma de Honduras (CURLA/UNAH): Apartado Postal 89; La Ceiba, Honduras, C.A.

## Metodología

### Localización y Características

El inventario se llevó a cabo en 590.71 ha del bosque latifoliado de 2000 ha perteneciente al CURLA/UNAH en la Cordillera Nombre de Dios, al Sur de La Ceiba, Honduras. El bosque se sitúa en altitudes desde los 20 a los 1600 m.s.n.m. Según la clasificación Holdridge (2) el bosque corresponde a la zona de vida "Bosque Húmedo Tropical" (bh-t). La precipitación anual promedio es de 2600 mm, con temperatura media anual de 27.5°C y una humedad relativa media anual de 84 por ciento (9).

La geología de la zona se describe como rocas metamórficas, pre-Pennsylvania (7). El suelo corresponde a un típico Tropohumults derivado de rocas ígneas o metamórficas sobre montañas (4).

### Diseño de las Parcelas de Muestreo

Luego del reconocimiento preliminar de la zona y de la elaboración de la cartografía básica directamente en el bosque, se procedió al trabajo de fotointerpretación y su verificación en el bosque. Las 590.71 ha se dividieron en seis sub-zonas de acuerdo a la pendiente media, la altura media sobre el nivel del mar y su accesibilidad.

Debido a que se deseaba determinar la masa boscosa en sus distintos estratos verticales, se planeó medir 124 parcelas concéntricas, pero al final resultando en una intensidad de muestreo del 4%. Las parcelas se localizaron sistemáticamente por estratos en las seis sub-zonas. Muestreo sistemático tiende a subestimar el error de muestreo, sin embargo, las medias calculadas son más aproximadas a la media verdadera, además de ser un sistema más eficiente (8).

Las distancias entre líneas de muestreo y entre parcela y parcela fué de 200 m respectivamente. En cada punto se delimitaron cuatro parcelas concéntricas (Figura 1): dos parcelas circulares de 7.07 m<sup>2</sup> (Parcela A) y 78.54 m<sup>2</sup> (Parcela B) y luego dos parcelas rectangulares de 450 m<sup>2</sup> (Parcela C) y 1500 m<sup>2</sup> (Parcela D).

Se recomienda para trabajos de inventariaje en el trópico parcelas cuadradas (1,8). Sin embargo,

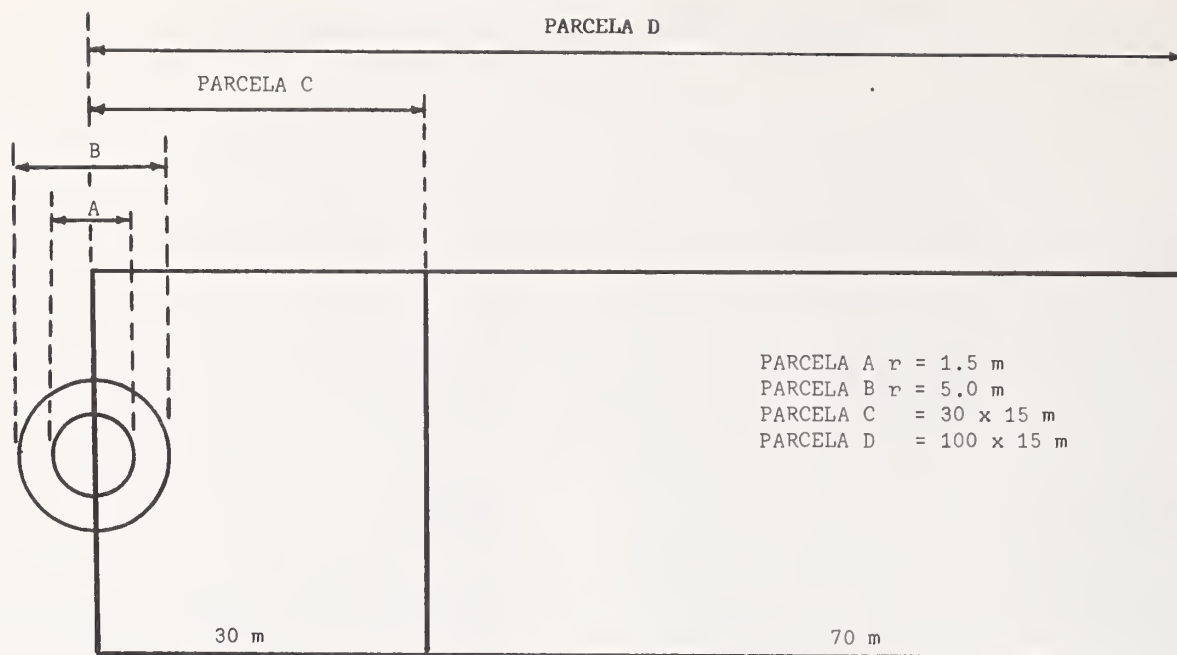


Figura 1.-- Esquema mostrando el arreglo de las parcelas de muestreo en el terreno.

se dispuso trabajar con parcelas rectangulares establecidas a lo largo de la pendiente por lo quebrado del terreno, deseando de esta forma cubrir más variabilidad que normalmente se presenta en esa dirección y no perpendicular a la pendiente. Además, se procedió así, a pesar de que en efecto las parcelas cuadradas ofrecen muchas ventajas (8). Las sub-parcelas A y B se hicieron circulares por ser pequeñas y por lo consiguiente fáciles de marcar en el punto.

#### Datos Registrados

Las parcelas circulares, A y B, se usaron para medir los árboles con una altura de 1.5 m o menor y aquellos en etapa de desarrollo, o sea de 1.5 m de altura a 15 cm DAP respectivamente. En estas parcelas se registró la especie y la frecuencia.

En la Parcela C, se registró únicamente la especie, frecuencia y DAP de los árboles con diámetros entre 15 y 40 cm. De las Parcelas D se obtuvo la siguiente información: especie, frecuencia, diámetro de los árboles con o mayores de 40 cm de DAP, altura comercial hasta la altura de la primera rama gruesa (3) y la calidad del fuste según su aspecto físico externo del I al III. El volumen de los árboles con un DAP de 40 cm o mayor fue calculado usando una ecuación desarrollada para estas especies representadas en el inventario (6).

#### RESULTADOS Y DISCUSION

##### Regeneración Natural

El número promedio de plantas menor de 1.5 m de

altura, por hectárea, resultó ser 43798 con un rango de 26290 a 59615 plantas en la Sub-zonas 2 y 4 respectivamente (Cuadro 1). Estas cifras indican que en este tipo de bosque húmedo tropical existe un buen semillero natural de plantas de variadas especies, muchas de las cuales no formarán parte de la cosecha final por ser eliminadas en el proceso de crecimiento.

El Cuadro 1 también indica el número de plantas por hectárea con medidas de entre 1.5 m de altura a 15 cm de DAP. El promedio resultó ser 4828 plantas  $\text{ha}^{-1}$  con un rango de entre 3925 y 6136 para las Sub-zonas 2 y 6 respectivamente. El número de árboles en etapa de desarrollo con un DAP de 15 a 40 cm, resultó ser 277  $\text{ha}^{-1}$  con un área basal promedio de 12.71  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$  (Cuadro 2). La cosecha final, o sea árboles con un DAP superior a los 40 cm, la formaron solo 53 árboles  $\text{ha}^{-1}$ .

Individualmente se detectaron 71, 80, 61 y 30 especies diferentes para cada una de las Parcelas A, B, C y D respectivamente. En conjunto, entre los cuatro tipos de parcelas se detectaron 97 especies distintas. Las 15 especies más comunes representadas en Parcelas A a D, se encuentran en Cuadro 3. Sin embargo, las especies más comunes en Parcelas A y B no necesariamente resultaron mayoritarias en las Parcelas C y D. En ciertas ocasiones algunas de esas especies mayoritarias, y también importantes comercialmente, con altura representadas por Parcela A, resultaron formar parte de los árboles para la cosecha final como por ejemplo *Phitocolobium* sp., *Dialium guianense*, *Synphonia globurifera* y *Mirandaceltis monoica* (Cuadro 3).

El *Voshysia ferruginea*, a pesar, de registrar solo



28 plantas ha<sup>-1</sup> con altura hasta de 1.5 m, resultó ser la especie que más se presentó con 6 árboles ha<sup>-1</sup>, entre los árboles de un DAP de 40 cm o mayor. Esta misma especie registró trece plantas por hectárea en cada uno de los tamaños y dimensiones representadas por la Parcela B y C. Otras especies con DAP similar a los anteriores, con dos o más árboles por hectárea, pero que al igual que el *V. ferruginea* no aparecen en el Cuadro 3 por no encontrarse en abundancia en las Parcelas A y B, son las siguientes: *Sterculia apelata*, *Cassia spectabilis*, *Macrohasseltia macroteranthe*, *Chlorophora tinctoria*, *Karwinskia calderonii* y *Virola koschynii*. La Figura 2 muestra el volumen y número de árboles ha<sup>-1</sup> con que cada clase diamétrica contribuyó a la formación del bosque comercial final. El volumen promedio determinado fue de 104.13 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> en 53 árboles comerciales (Cuadro 1) pertenecientes a sólo 30 especies de las 97 representadas. El volumen promedio por árbol fué 1.93 m<sup>3</sup>. El área basal calculada fué 12.94 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.

De las 97 especies representadas en el bosque, 25 nunca fueron encontradas en las Parcelas A, o sea como regeneración, pero sí se encontraron en los otros tamaños (Cuadro 4). Solo 16 especies no se representaron entre los árboles correspondientes a las dimensiones 1.5 m de altura a 15 cm DAP, o sea Parcela B. Treinta y seis especies no se encontraron en la Parcela C. La cosecha final la conformaron apenas treinta especies de las cuales algunas de las más numerosas aparecen en el Cuadro 3.

Cuadro 1-- Árboles por hectárea por sub-zonas en cada una de las parcelas de medición.

Sub-Zona	Área ha	P A R C E L A S			
		A	B	C	D
1	56.98	39126	4872	315	55
2	71.26	26290	3925	287	83
3	125.64	39393	4126	273	47
4	136.26	59615	4652	252	61
5	78.14	44161	5005	284	32
6	122.52	42845	6136	281	45
Promedio	--	43798	4828	277	53
Ponderado					

Cuadro 2-- Tabla de rodal de las especies encontradas en toda la zona en Parcelas C por clases diamétricas.

Clase Diamétrica (cm)	Árboles ha <sup>-1</sup>	Área Basal ha <sup>-1</sup> (m <sup>2</sup> )
15 - 19.9	617.34	14.84
20 - 24.9	480.06	17.08
25 - 29.9	328.44	19.08
30 - 34.9	172.68	14.24
35 - 40.0	94.32	10.40

## Conclusiones

El bosque húmedo tropical del CURLA contiene una

Cuadro 3-- Especies mayoritarias encontradas entre las plantas con una altura de 1.5 m ó menor y entre 1.5 m de altura y 15 cm DAP, pero que no necesariamente resultaron mayoritarias en las otras categorías.

Nombre Botánico	P A R C E L A S				TOTAL
	A	B	C	D	
<i>Deppea grandiflora</i>	5311	444	11	0	5766
<i>Quaratea lucens</i>	5176	244	6	0	5426
<i>Phytocolobium sp.</i>	4527	142	52	4	4725
<i>Faramea occidentalis</i>	3828	512	3	0	4343
<i>Anona montana</i>	3005	256	2	0	3263
<i>Dialium guianenses</i>	1589	21	5	3	1618
<i>Vitex kuylenii</i>	1453	352	0	0	1805
<i>Guatteria sp.</i>	1406	7	2	0	1415
<i>Symphonia globulifera</i>	1246	54	8	3	1313
<i>Brossimum sp.</i>	1150	126	5	1	1282
<i>Heterotrichum cymosum</i>	992	258	1	0	1251
<i>Acacia hindsii</i>	777	19	1	0	797
<i>Karwinskia calderonii</i>	711	88	2	2	803
<i>Mirandaceltis monoica</i>	643	182	38	5	870
<i>Miconia globulifera</i>	629	168	1	0	798

Cuadro 4-- Lista de 25 especies no encontradas en las Parcelas A, pero que sí se hicieron presentes en una ó mas de las Parcelas B, C ó D.

Nombre Botánico	P A R C E L A S			
	A	B	C	D
<i>Brossimum sp.</i>	0	2	0	0
<i>Bursera simaruba</i>	0	0	1	0
<i>Carpotroche platyptebra</i>	0	3	0	0
<i>Cespedecia macrophylla</i>	0	0	1	0
<i>Clethra macrophylla</i>	0	0	0	1
<i>Colycophyllum candidissimum</i>	0	3	0	0
<i>Cupania sp.</i>	0	5	1	1
<i>Chlorophora tinctoria</i>	0	6	1	2
<i>Eugenia sp.</i>	0	5	0	0
<i>Hieronima alcherneoides</i>	0	1	0	0
<i>Homolium racemosum</i>	0	7	1	0
<i>Inga edulis</i>	0	1	0	0
<i>Juglans olanchana</i>	0	0	1	0
<i>Mabea excelsa</i>	0	0	1	0
<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0	3	9	2
<i>Mosquitoxylon jamaicense</i>	0	0	1	0
<i>Muntingia colabura</i>	0	5	1	0
<i>Rheedia edulis</i>	0	0	1	0
<i>Sapium sp.</i>	0	4	1	0
<i>Sapranthus campechianus</i>	0	4	0	0
<i>Semanea saman</i>	0	0	1	0
<i>Simarouba glauca</i>	0	6	1	0
<i>Stemmodenia glandiflora</i>	0	0	1	0
<i>Vochysia hondurensis</i>	0	3	0	0

regeneración abundante y variada por hectárea. De las 71 especies encontradas con tamaño representado por la Parcela A, el 82% se registraron en las Parcelas B, el 62.9% en las Parcelas C y sólo el 30.9% en las Parcelas D. Se registraron 43798 plantas por hectárea hasta de 1.5 m de altura. Sin embargo, solo 4828 plantas (11.0%) por hectárea se obtuvieron con tamaño de entre 1.5 m de altura y 15 cm de DAP. El número de árboles

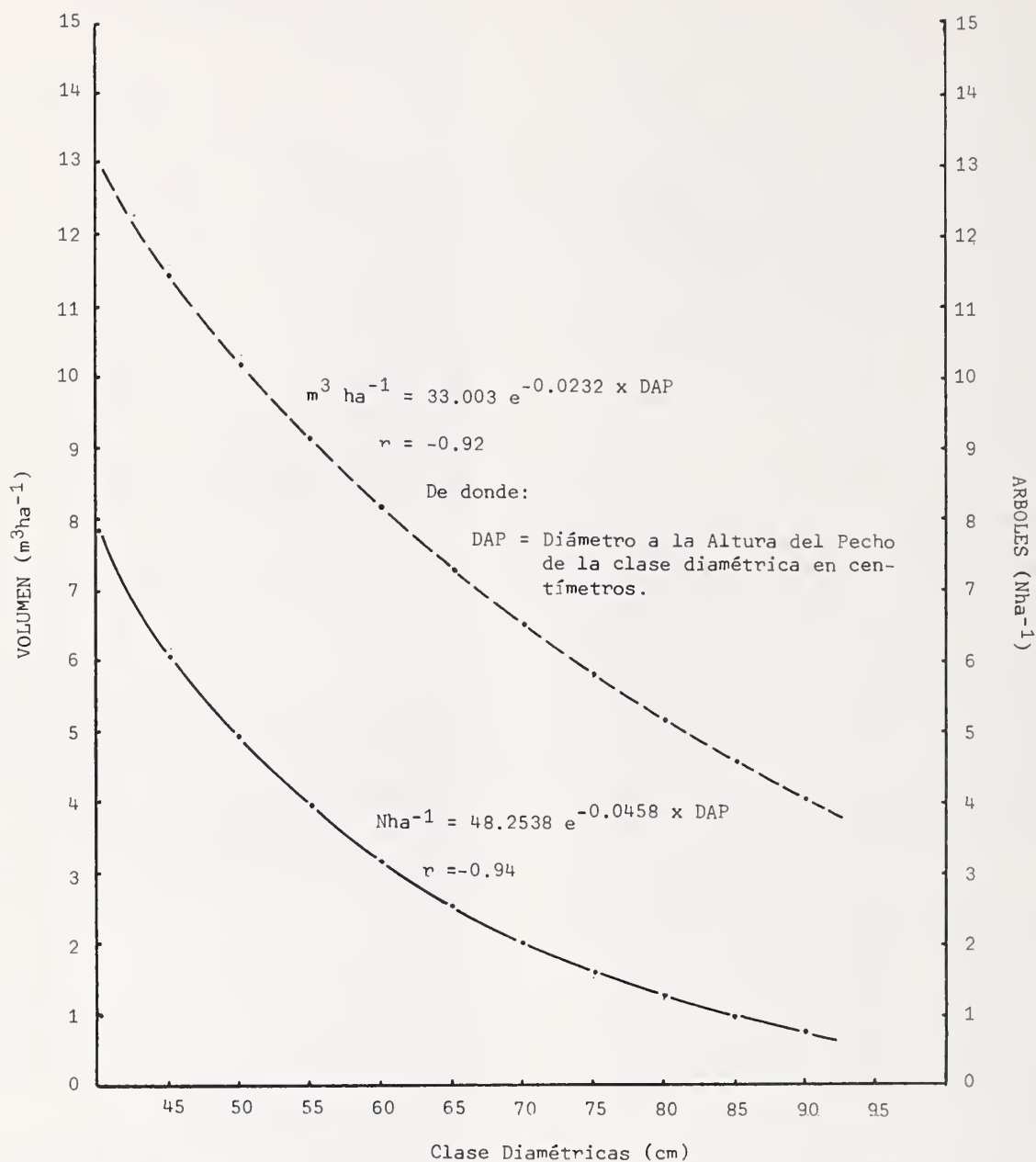


Figura 2-- Contribución al volumen ( $m^3 \text{ ha}^{-1}$ ) y al número de árboles  $\text{ha}^{-1}$  de las especies comerciales encontradas en la zona.

por hectárea con dimensiones de 15-40 cm y 40 cm o más de DAP bajó considerablemente a 277 y 53 respectivamente.

De las 71 especies registradas en las Parcelas A, sólo 30 se encontraron formando parte de la cosecha final (Parcelas D); y de esas apenas 11 especies tuvieron de 2 a 6 árboles por hectárea. De esas 11 especies sólo 5 fueron mayoritarias. Esto implicaría que este tipo de bosque, y para efectos de producción de madera, podría manejarse para favorecer unas pocas especies solamente.

Pero por otro lado, también nos indica la necesidad de estudiar y buscarle mercado a las otras especies no tradicionales. Esta última observación es muy importante, porque las explotaciones actuales de aprovechamiento del bosque húmedo tropical en Honduras se concentran en unas 8 a 10 especies como máximo, y de seguir así, dentro de muy poco tiempo esas especies correrán el peligro de desaparecer.



## Bibliografía Citada

1. Fox, J.E.D. Yield plots in regenerating forests. *Malayan Forester* 33(1):7-41. 1970.
2. Holdridge, L. Mapa ecológico de Honduras. Organización de los Estados Americanos. 1962.
3. Malleux, O.J. Inventarios Forestales en bosques tropicales. Universidad Nacional Autónoma de Lima, Perú. 1982. 414 p.
4. Miller, L.L. Taxonomía de Suelos. Departamento de Catastro Nacional. Tegucigalpa, Honduras. 1981. 60 p.
5. Ortiz, A.F. Situación con relación al manejo de bosques latifoliados en Honduras. EN: Seminario Sobre el Manejo de los Bosques Tropicales Húmedos en Centro América (SEMBOTH). Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), Siguatepeque, Honduras. Del 3 al 14 de noviembre, 1986.
6. Rodríguez, C. Análisis de la regeneración natural sobre la base de un inventario forestal en la Zona 1 del bosque latifoliado del CURLA. Tesis de Grado de Ingeniería Forestal. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico; Universidad Nacional Autónoma de Honduras. La Ceiba, Honduras. 1986. 15-18 p.
7. Stanley, A.A. Atlas of Central America. University of Texas. 1979. 62 p.
8. Synnott, T.J. A manual of permanent plot procedure for tropical rain forests. Tropical Forestry Papers No.14. Department of Forestry Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. 1979. 67 p.
9. Zúñiga, E. Clasificación del clima de Honduras. Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Tegucigalpa, Honduras. 1982. 54 p.

# OBSTACLES TO MEASURING GROWTH AND YIELD IN TROPICAL RAIN FOREST <sup>1/</sup>

Michael S. Philip <sup>2/</sup>

---

Abstract. Solution of the problem of measuring the growth and yield in tropical rain forests lies in the acceptance at the highest political and professional level of the value of this natural resource, and the provision of continuous long term support. The solutions to the technical problems are available.

Resumen. La solución del problema de medir el crecimiento y rendimiento de las selvas tropicales se encuentra en que el valor de este recurso natural se reconozca en los más altos niveles políticos y profesionales, y en la provisión de un apoyo continuo y de largo alcance. Las soluciones de los problemas técnicos ya están asequibles.

---

## Introduction

In order to discuss succinctly the problems of "measuring" growth and yield in tropical rain forests, one must define what one wants to do with the estimates and, therefore, the measurements that one needs. By "measuring" I infer both measurement of past and prediction of future growth.

I deem it essential to outline the current methods being used in temperate forests in order to discuss the problems presented by the tropical milieu. With this in mind this account has been structured into two parts with sub-divisions in each, thus -

1. Methods current in temperate forest
  - 1.1 data capture
  - 1.2 classification of growth models
  - 1.3 growth measurements and models
2. Methods and obstacles in tropical rain forest
  - 2.1 useful growth models and modelling strategies
  - 2.2 sample plot field methodology, measurements, data capture and analyses.

The definition of the two terms growth and yield needs a little clarification; the former will be used in the sense of rate of increase in size and the latter as the integration of net growth over time.

In the main this paper ignores the problems involved in what is termed 'inventories of the state of the forest at one moment of time' in order to concentrate on the problems of monitoring the dynamic state of the forest.

Although there are obstacles, some of the methods already widely accepted or currently under development promise to be useful in the tropical rain forest, and the problems turn out to be more human in origin rather than derived

from the trees or the forest.

## 1 Methods current in temperate forest

As suggested in the introduction there are two parts to measuring growth and yield:-

- \* the measurement of past growth and yield
- \* the prediction of growth and yield.

### 1.1 Data capture

Two categories in which quantitative data are needed (of course this is an arbitrary division) are recognised:-

- \* inventory providing information on the state of the growing stock - for the use of the planner, the manager and the harvesting technician
- \* the collection of information for growth modelling.

These two categories are distinguished because they are useful in the organisation of the discussion on data requirements. This does not imply that planners and managers are uninterested in growth.

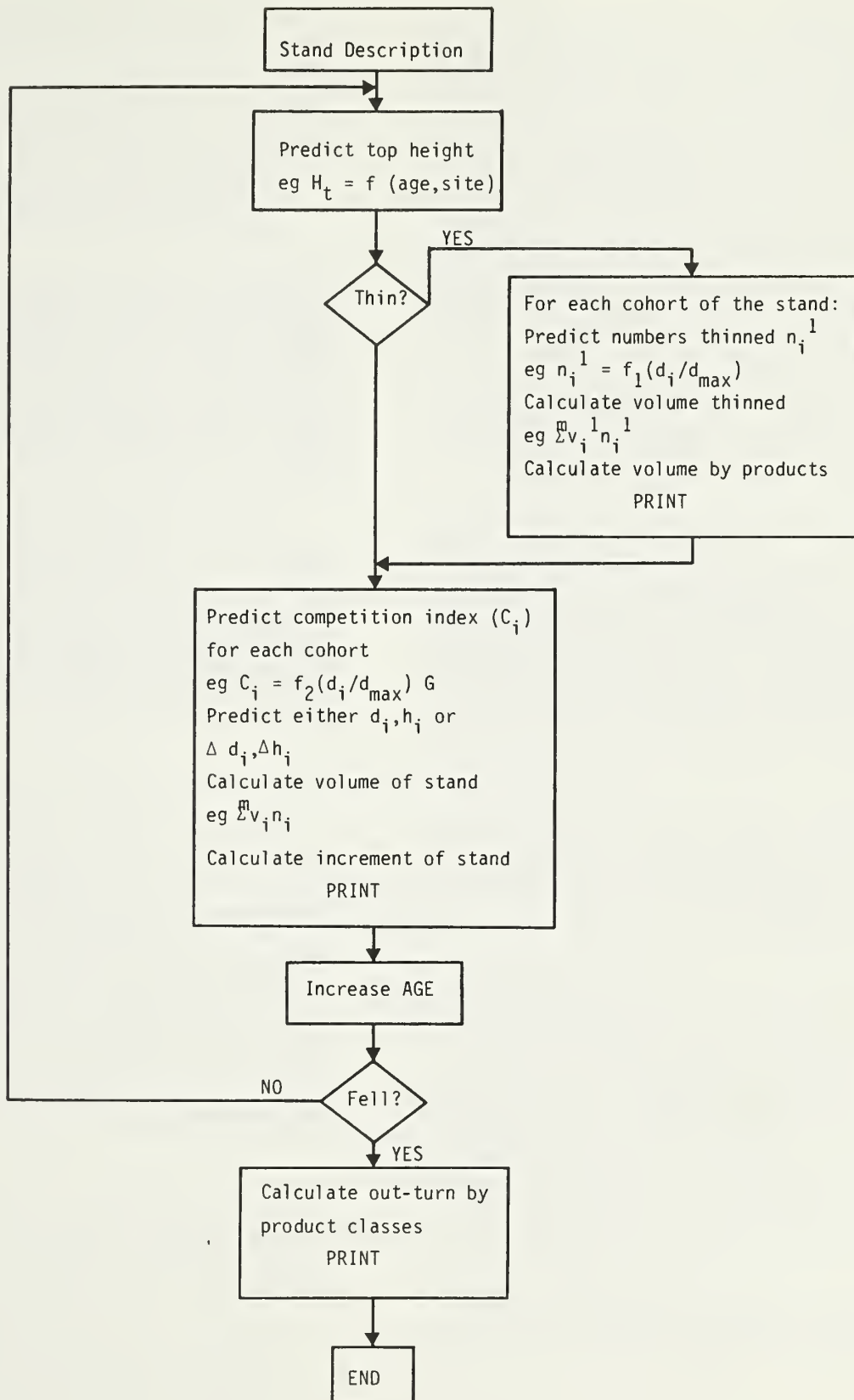
1.1.1 Data capture for inventory Emphasis is on providing a summary, quantified in terms of harvestable volume, of the state of the growing stock. This involves a relatively routine combination of well developed surveying, statistical and mensurational techniques. In these, efficiency in data capture largely depends upon -

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987)

2/ Michael S Philip is the Reader in the Department of Forestry, University of Aberdeen, Aberdeen, UK

figure 1





- \* the extent and quality of remote sensed imagery
- \* the extent of the variation in the growing stock
- \* knowledge of the pattern and sources of variation
- \* the ease and costs of access on the ground
- \* the ability to predict parameters such as volume or degrade that cannot be measured directly
- \* the opportunity to eliminate errors in data transfer, calculation and analyses by electronic data processing aids.

Effectiveness of mensurational techniques depends upon the type of forest and the tree species, availability of staff and adequate equipment, working conditions and the effectiveness of support services. Most of these points will be developed under the discussion of the obstacles encountered in the tropical rain forest.

1.1.2 Data capture for growth modelling Data collection has been done under three separate strategies appropriate respectively to preliminary studies, and more definitive studies using sample plots or single trees as the recording units.

Strategy 1: uses a single set of measurements obtained from temporary sample plots used once only. Representation of all ages and sites is attempted in the selection routine of the sample plots, as there is an assumption that all sites are equally represented in the data of each age. The independence of treatment and genotype with age is also assumed and, where this is unjustified, distortion in the model and bias in the predictions will result.

Strategy 2: uses successive measurements of the same sampling units - ideally from their youth to old age. Often these sample plots are subjectively selected to represent full stocking over a range of sites. It, therefore, takes many years to establish the growth trends.

Strategy 3: is far less commonly employed. The sampling unit is an individual tree and it is coupled with measurements to establish its growing conditions with respect to its neighbours. I do not intend to elaborate on this strategy as it appears unlikely to be useful in the near future in tropical rain forest, on account of the great variation in the growing conditions of the individuals comprising the crop. As far as I am aware it has only been used in crops with a relatively simple structure in terms of species and sizes.

These three strategies all require somewhat similar data - though at different levels of detail and sophistication. The aim of most forest growth models is to predict:-

- \* increase in volume per unit of area
- \* increase in basal area per unit of area
- \* change in the stocking - numbers of stems per unit of area

Often changes in the diameter and height of trees are measured and used to calculate and predict changes in basal area or volume. The most common relationships established are either

- \* top height (average height of the 100 fat-test trees per hectare) as a function of age and site
- \* volume per hectare, basal area per hectare and number of stems per hectare as a function of age and site, or of top height.

These are static models, i.e. they predict a state at a given age or height. Alternatively dynamic models may be developed that predict the rate of change in these same parameters at different ages and on dissimilar sites. Predictions may be concerned with stands characterised by average values, or with parts of stands, i.e. cohorts, characterised by maxima and minima or averages, or be concerned with individual trees. A simple flow chart is given in figure 1.

Clearly the measurements required in either temporary or permanent sample plots are not complex. The relationships are relatively easily established in crops of a single species growing in even-aged stands. More complex models have been developed for the uneven-aged and mixed species stands in temperate forests such as those in Europe and New England. These crops are more similar to those encountered in tropical rain forest.

## 1.2 Classification of growth models

Next it is useful to summarise the different types of growth models. This has been done most succinctly by Rennolls (1983) building on Munro's (1974) classical work. Rennolls uses a two way table that I have adapted in table 1. However this table masks the diverse strategies used, especially to reflect competition in the distance independent models. The vast majority of the models developed have been constructed for even age, single species stands, although Ek & Monserud (1974), Stage (1973), Wykoff (1982) and Usher (1966) models have attempted to cope with mixed stands in temperate climates. I know of no fully developed models for tropical rain forest, although several models have been outlined.

## 1.3 Growth measurements and models

The change in the volume of a crop is a function of several inter-related parameters of the crop and of the component trees -

- \* change in N (number of stems per hectare) due to mortality, recruitment and felling
- \* change in individual tree diameters
- \* change in individual tree heights
- \* change in individual tree forms.

Identification of mortality, recruitment and felling usually needs some form of permanent sample plot record with trees individually identified and charted, although some crude deductions may be made from research results on K/d ratios, etc. (K/d is the ratio of crown to bole diameters).

In temperate areas, and using trees showing clear annual growth rings and height increments, each tree demonstrates a record of its own growth. This can be analysed by boring or by destructive examination. In other circumstances the only possible method of recording growth is to remeasure the same tree at intervals.

Growth may be simulated by an algorithm of inter-related mathematical equations. Usually these equations predict states at discrete intervals, i.e. STATIC models, or growth, i.e. DYNAMIC models. In the former, growth is derived by differences between the STATES at two successive times, whilst in the latter STATE is derived by the summation of GROWTH. In some instances the two systems may be linked together and constrained to provide consistent results (Burkhart & Sprinz, 1984).

Frequently crops are either stratified by sites or the models incorporate a reflection of site potential in the equations.

Common forms of the growth equations are adaptations of the well-known functions developed and described as the Schumacher, Chapman-Richards and Weibull functions. Often there is little

reason for preferring one in particular so that, things being equal, using the simplest is advisable.

As indicated in section 1.2, most growth models have been developed for crops of the temperate climes with a simple age and species structure. This is because of the relative simplicity of the system, so that the extent of the residual variation unexplained by models using AGE, SITE & COMPETITION is small. In contrast, mixed crops and, especially, uneven-aged mixed crops exhibit far more variation in the growth of the components that differ in SPECIES, AGE, SIZE and COMPETITIVENESS. Obvious sources of this variation lie in the differing photosynthetic efficiency of leaves of different species, of different ages, of different positions in the canopy, exposed to light of differing quality. As well, even the imposition of infrequent and simple management treatments such as thinning or polycyclic fellings, increase diversity. Thus either developments in stand projection methods or in single tree models are likely to be most appropriate.

## 2 Methods and obstacles to measuring growth and yield in tropical rain forest.

The lack of growth rings and the extent of the variation in stocking necessitate the use of permanent sample plots with trees individually identified. This strategy for capturing information on change has to be coupled with extensive inventory. The whole forms a complex system of

Table 1 Growth model classification

Competition status				
	basis of competition index		distance independent	distance dependent
basic	population	classical yield tables	variable stocking yield tables	
model	cohorts or frequency distribns.	classical stand projections	Burkhart & Strub's model	-
		Usher's transition matrices	Clutter & Allison's model	-
			Alder's model	-
				-
entities	single trees	-	Arney's model	Mitchell's model
		-	Ek & Monserud's model	
		-	Stage's model	
		-	Wykoff's model	

Alder (1979), Arney (1985), B Khart & Strub (1974), Clutter & Allison (1974), Mitchell (1975).



sampling and estimation, often employing many stages each of which contributes to the over-all error. Consequently a brief review of sampling strategies and models for estimating population parameters is appropriate before discussing problems in data capture.

## 2.1 Models & strategies that may be useful in population estimation of growth in tropical rain forest

There are two main strategies available; both have been developed for simpler forests in temperate areas but conceptually, at least, appear appropriate for tropical rain forest. They are -

- \* transitional matrices (as suggested by Usher)
- \* regression estimates applied to plots or, possibly, individual trees.

### 2.1.1 Transitional matrices

These are a logical development of classical stand projection techniques as described in Chapman & Meyer's (1949) classical text.

$$V_2 = V_1 + I - M \text{ or } [V_2] = [V_1].[P] \text{ where}$$

$[V_2]$ ,  $[V_1]$  are column matrices of dimension  $n$  describing the frequency distribution of a species in  $n$  size classes at time 2 & 1.  $[P]$  is a rectangular matrix of dimension  $m, n$  describing the probability of a tree in a particular size class being recruited, dying or exhibiting a particular class of growth rate.

$I$  = growth

$M$  = mortality

Usher (1966) described the system in detail for a temperate forest and Alder (1980) suggested its application in tropical rain forest.

### 2.1.2 Regression estimates

An alternative to the method of Usher lies in increment estimation through relatively sophisticated methods of Recurrent Forest Inventory. The designs combine multistage, multiphase sampling with partial replacement. Cunia (1965) and Frayer & Furnival (1967) and others have developed the theory but, as yet there has been little application in the tropical rain forest. Effective recognition and definition of vegetation types on remote sensed imagery is an essential pre-requisite of the system. In future the availability of satellite imagery with resolution below that of the dimensions of individual crowns should enhance the precision of such a system. Future systems may develop along the lines of:-

- \* definition of populations by characteristics of the canopy from remote sensed imagery
- \* multistage sampling to estimate population averages of canopy characters
- \* multi-phase sampling to estimate population volumes from canopy characters
- \* recurrent inventory (ground samples) to estimate mortality and increment
- \* adjustment of current total area from recent R.S. imagery
- \* calculation of the prediction of the future state of the population
- \* calculation of net growth

Finally mention must be made of the use of simulation techniques using data collected over a relatively short period of time in temporary sample plots with individually identified trees. A distribution of growth rates for each species and size class in a population can be established by such remeasurements - say over 3 - 5 years. Then the distribution of feasible growth rates of individual trees from youth to the age of the oldest trees measured can be developed by iterative simulations that sum the increments in possible combinations selected at random from the distributions of growth rates for each size class. These then portray the optimistic, the pessimistic and the expected growth rates under the conditions of the samples. To me this is a most promising technique in areas currently lacking permanent samples. (Lieberman & Lieberman, 1985).

## 2.2 Sample plot field methodology

Having looked briefly at the possible strategies that might be adopted to predict growth, one is forced to conclude that recurrent measurements of individual trees located on the ground is certain to be necessary. Considering the extent and accessibility of even the remaining areas of tropical rain forest, one is also forced to conclude that the ground measurements are bound to be concentrated into some form of sample or research plot. A large element in the problem of measuring the growth in tropical rain forest is derived from the problems associated with recurrent measurements. In order to ascribe some degree of magnitude to these problems one can analyse the situation into -

- 2.2.1 \*\* Sample plot techniques
  - \* Location and demarcation
  - \* Measurement techniques
  - \* Data capture techniques
  - \* Data analyses techniques
- 2.2.2 \*\* Availability of resources and support



### 2.2.1 Sample plot techniques

Being familiar with relatively intensively managed tropical rain forest with felling coupes of some 800 ha each, served by relatively high grade dirt logging roads, the following remarks are based on assumptions of -

- \* 5 year remeasurement cycle
- \* a total forest area of 400 sq. km.
- \* 40 groups of species
- \* 10 diameter classes
- \* a minimum of 200 measured trees per species group
- \* 200 sample plots
- \* 100 stems per sample plot identified, labelled, charted & measured.

Location: At a rate of 4 plots per 800 ha in a coupe with an access road, distances from the road are commonly likely to range up to 1400m and to average around 700 m. My experience suggests that re-location necessitates permanent marks at roadside (concrete pillars) and a demarcated access route (trenches .3 x .3 x 2 m at 50 m intervals are effective aids to relocation). Ideally these plots should be identified on the remote sensed imagery but that may be impossible with the resources available.

Demarcation: East African experience is with plots of 1 ha - 100 m x 100 m - subdivided into twenty five units in each of which 4 trees were selected as those most likely to be crop trees at the next felling. These are called leading desirables, following the Malayan practices (Barnard, 1950). This number of leading desirables is based on experience of the forest type and the guessed probability of survival. The leading desirables are identified with an aluminium, numbered tag and a painted point of measurement band. The plot sub-divisions are demarcated with corner trenches, 36 intersections in all. Trenches are used as durable poles or other markers were too expensive and difficult to obtain, and any form of mound is difficult to distinguish from natural replicas developed from falling debris, animal activities, etc. Whereas the outline of a long narrow ditch and spoil heap remains surprisingly easy to recognise.

The leading desirables are not necessarily the largest trees; relicts, weed species and deformed stems from the previous crop may still be present. Nevertheless they are relatively easy to relocate within the bounds of the sub-divisions as the maximum distance from a corner is only some 15 m.

Measurement: Obstacles are legion. As the visibility of tree boles is frequently obscured by undergrowth, direct measurement of volume is usually impracticable even with a wide angle relaskop. Often the only feasible predictive variable is a diameter fairly near the base of the bole.

Bole outline is often irregular so that the estimate of cross section is both imprecise and severely biased. (As a result the change in cross

sectional area over time is also difficult and often impossible to determine either precisely or accurately). The wide angle relaskop is a most useful measuring instrument in this type of forest but calls for skilled and well trained staff.

Other obstacles to the measurement of bole diameter are epiphytes, irregular patterns of exfoliation of thick bark, plank buttresses, strangling figs, etc.

Often root swell, buttresses and other irregularities extend high above the normal level of measurement of 1.3 m; consequently consistency at remeasurement is much assisted by using a paint band to indicate the point of measurement.

Bole length may also be difficult to see at its upper end and measure; additionally boles may be far from either vertical or straight. The branches of the lower crown may be large, wide-spreading and contain a high quantity, if low quality of timber. Rot and degrade in the stems may be extensive and difficult to see from the outside.

Obviously, then, volume estimation is both difficult and imprecise. Usually a simple one parameter volume table or, at best, a taper table entered by b.h. diameter, a diameter ratio and bole length is all that is feasible. All these difficulties contribute to the lack of consistency and accuracy in the measurements and predictions. In the FAO survey of timber resources in Sarawak (FAO, 1974) costly operations were mounted to estimate rot using powered drills, but even this approach was only partially successful as the height at which borings can be made is limited and the picture is incomplete.

A further source of difficulty is in the selection of trees as samples for the construction of volume tables. Often they are restricted to that part of the population currently being harvested. Otherwise the cost of obtaining measurements from samples widely scattered in inaccessible parts of the forest block is excessive. Perhaps the best compromise is a detailed examination of volume and degrade done on felled trees in accessible areas, supported by a complementary but extensive and less detailed survey using standing trees.

Sampling units: Point sampling or variable radius plot designs has been practised in tropical high forest although they may often be inappropriate. The density of the undergrowth means that sight lines frequently have to be cleared to establish the angle subtended by large trees distanced from the sampling point (often up to 50 m). The temptation to guess and declare them either in or out and thus avoid the work of line cutting is strong and may lead to severe bias in the results. Ashton (1969), Fedorov (1966) and Pielou (1966) have studied speciation, pattern, species density and species distribution. They have concluded that patterns of variation differ markedly between species and, especially, between species of markedly different frequency of occurrence.

Consequently relatively large sampling units are likely to provide a more representative picture of the vegetation than small units. As the pattern of variation is likely to be large, a transect is preferred to a square sampling unit as it is more likely to represent the variation within the vegetation type. In the absence of more sophisticated estimates to approach optimal allocation to achieve a desired precision, as a 'rule of thumb' one should aim to provide at least 40 degrees of freedom for the error term, and design sampling units of some 5 hectares each. If the distribution of such sampling units over very large areas is too restrictive, then their number may be increased and the size dropped to 1 hectare (10m x 1000m).

Obviously transects involve a lot of survey and demarcation; therefore permanent sample plots are usually more compact in shape even though the result may be less satisfactory as a means of sampling the variation in growth of species in the forest. This may mean that in the complex multistage sampling and regression estimation system that has been envisaged for growth and yield estimation in tropical rain forest, one will have to sacrifice the advantage of the transect for representing variation, for that of the square plot facilitating relocation and identification. The ground samples of the two phase estimation are envisaged as the final stage in the multistage sample and, also, the permanent sample plots from which growth and mortality are estimated.

This review of sample plot techniques must include a discussion of the problems of species identification. Though a complication, correct species identification is not impossible if sound ecological and taxonomic studies and knowledge result in the production of useful field keys. Dawkins (1961) produced one that was easy to use in the field because it was not dichotomous and the user could select the characters that were obvious and easy. Such keys, coupled with adequate training and motivation of staff, go a long way to ensuring minimal errors through misidentification.

### Spacial studies of regeneration

In the previous section it was recorded that species identification called for a sound appreciation of the ecology of the forest. It is also essential when designing studies and surveys of regeneration and recruitment. Knowledge of -

- \* seed production, periodicity, longevity and viability
- \* seedling and sapling mortality, and micro-site conditions conducive to establishment and growth

are vital. One research plot, consisting of a 5 x 5 latin square covering 25 hectare of tropical rain forest, entailed counting and tagging regeneration over assessment areas totalling 9 hectares for ten successive years. Canopy height was between 30 and 50 m so that our

barriers or surrounds of only 20 m widths were inadequate. The results from the observations made during the course of the assessments were excellent, but one would have learnt as much with less effort and expenditure of time and other resources had subjectively sited observation areas chosen to maximise differences in microsites been used. Philip 1968.

Data Capture, security and control: This is a difficult subject. Simple well prepared forms may be more appropriate in developing countries than more sophisticated methods. When dealing with recurrent inventory, the results of the previous assessment should be available to the field party. Only those who have done successive measurements under both easy and difficult physical conditions know the extent of their own errors and appreciate the likelihood of similar errors in all field work. These can be reduced if the previous records are available in the field at the time of re-assessment. This outweighs the danger of bias introduced through the comparison.

The advantage of more direct transmission of records from the field to the analyst is not discounted; the usefulness of data in computer readable form is accepted. Be warned, however; don't hope for the best; don't adapt a system from another region without intensive trials; and be realistic about the prevalence of accidents. Remember Murphy's Law - If something can go wrong, it will go wrong. The tropical rain forest is wet and dirty and unsuited to delicate electronic instrumentation. As well facilities for maintenance and replacement may be non-existent.

Security of the primary field records is difficult. I suggest that there are two golden rules -

- \* don't copy records by hand except as a very last resort. The original and the copy must be stapled together
- \* prepare facsimiles of the original data - using photocopiers or electronic devices - as soon as possible.

Control of all stages of the planning, field work and analyses is essential. (Control means the comparison of a prediction with a result). In the field this works at three different levels

- \* control of the measurers by the booker; the booker must assess the reasonableness of every measurement. He must require that a small proportion are repeated as a check, and he must check himself by ensuring that all entries in a form are completed.
- \* control by independent remeasurement. I suggest that some 10% of sample units should be repeated by the original measurers in the presence of an independent checker.
- \* control by the manager of the inventory - mainly in terms of progress of the various stages - preparation, field work, analyses,



etc. against a schedule or target.

Analyses: Inventories to capture the data for growth and yield studies in tropical rain forest must be based on sophisticated sampling designs and complex estimation procedures. The estimation of precision is equally complicated because of the number of sources contributing to the error term. There are few reports of comprehensive analyses but some form of simulation or 'jack knife' (Miller, 1974) technique may have to be employed. This is an area where research and development is required.

2.2.2 Availability of resources Here there is a paradox. Whereas the measurements in the forest are relatively simple, the provision of the other requirements for success are far from simple. The needs are for -

- \* sophisticated sampling design and analytical techniques
- \* reliable field work with high quality supervision and management
- \* stable administrations with adequate financial resources and the perception to sustain the allocation over a period measured in decades.

The least of the problems are in the forest. It is certainly true that enthusiastic, sympathetic and knowledgeable support for the field teams is not easy to come by. Nevertheless it is far easier to sustain the accuracy of the field work than it is to sustain the active support of administrators. There is no hope of ensuring the long term support unless the highest level in the management system is fully convinced of the value of the tropical rain forest resource, and fully appreciates how essential is the information obtained from studies of growth and yield. Just as important is the political and economic stability. THE PROBLEMS RESULT FROM ADMINISTRATIVE INSTABILITY.

### Conclusions

This paper concludes that the problems of measuring the growth and yield of tropical rain forest can be solved by -

- \* Acceptance at the highest political and professional level of
  - the value of the natural resource
  - the need for information on growth and yield
  - the necessity of continuous support in terms of resources to execute both the field work and the summary and analyses of the data.
- \* Development of sophisticated sampling designs and analytical procedures.
- \* Maintenance of an effective training programme in field techniques - especially in species identification, measurement with instruments such as the wide angle relay-skop, data capture and controlling

techniques.

- \* Employment of simple measurement techniques in the selected sampling units.

### Literature Cited

1. Alder D. A distance independent tree model for exotic conifer plantations in East Africa. Forest Science 25: 59-71; 1979
2. Alder D. Forest volume estimation and prediction. F.A.O. Forestry Paper 22/2, Rome; 1980
3. Arney J.D. A modelling strategy for the growth projection of managed Stands. Canadian Journal of Forest Research 15: 511-8; 1985
4. Barnard R.C. Linear regeneration sampling. Malayan Forester XIII:(3)129-42; 1950
5. Burkhardt H.E. & Sprinz P.T. Comparable cubic foot and basal area projection equations for thinned old field loblolly pine plantations. Forest Science 30(1): 86-93; 1984
6. Burkhardt H.E. & Strub M.R. A model for simulation of planted loblolly pine plantations. See Fries J. pp 128-35, 1974
7. Chapman H.H. & Meyer W.H. Forest mensuration tour. McGraw-Hill Book Co. 1949
8. Clutter J.L. & Allison B.J. A growth and yield model for Pinus radiata. See Fries J. pp 136-60, 1974
9. Cunia T. Continuous forest inventory, partial replacement of samples and multiple regression. Forest Science 11(4), 480-502; 1965
10. Dawkins H.C. Graphical field keys of Uganda Trees. East African Agriculture Journal 17:90-105; 1961
11. Ek A.R. & Monserud K.A. Trials with program FOREST. See Fries J. pp 56-73 1974
12. FAO An inventory of the mixed Dipterocarp forests of Sarawak, 1969-72 FO DP/MAL/72009, Rome. 1974
13. Frayer W.E. & Furnival G.M. Area change estimates from sampling with partial replacement. Forest Science 13(1): 72-77; 1967
14. Federov An.A The structure of the tropical rain forest and speciation in the humid tropics. Journal of Ecology 54: 1-11; 1966



15. Fries J. (Ed.) Growth models for tree and stand simulation.  
I.U.F.R.O. working party S 4.01-4 Royal College of Forestry, Stockholm. 1974
16. Lieberman M & Lieberman D. Simulation of growth curves from periodic increment data.  
*Ecology* 62(2): 632-5; 1985
17. Miller R.G. The jackknife - a review  
*Biometrika* 61(1): 1-15; 1974
18. Mitchell K.J. Dynamics and simulated yield of Douglas fir.  
Forest Science Monograph 17: 1975
19. Munro D.D. Forest Growth Models - a prognosis.  
See Fries J. pp 7-21; 1974
20. Pielou E.C. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession.  
*Journal of Theoretical Biology*. 10: 370-83; 1966
21. Pollanschoetz J. (Ed.) Forest growth modelling and simulation.  
I.U.F.R.O. working party s 4.01-00; Mitteleigun: Forstlicher Bundesversuchverstatt 1983
22. Rennolls K. The prospects of an integrated forest process model.  
See Pollanschoetz pp 159-72; 1983
23. Stage A.R. PROGNOSIS a Model for stand development USDA Forest Service Research Paper INT 137. 1973
24. Usher M.B A matrix approach to the management of renewable resources with special reference to selection forest.  
*Journal of Applied Ecology* 3: 353-67; 1966
25. Wykoff W.R. Predicting basal area increment for individual Northern Rocky Mountain conifers.  
See Pollanschoetz pp 127-44; 1982

#### ADDENDA

- Ashton P.S. Speciation among tropical forest trees: some deductions: the light of recent evidence.  
*Biol. J Linn. Soc.* 1 155-196; 1969
- Philip M.S. The dynamics of seedling populations in the moist semi-deciduous tropical forest in Uganda.  
9th Commonwealth Forestry Conference, New Dehli; 1968

DESARROLLO HISTORIO DE LOS INVENTARIOS FORESTALES  
EN EL TROPICO MEXICANO 1/

RAUL VILLARREAL CANTON 2/

---

Resumen.- En el presente trabajo se hace una breve descripción histórica de lo que ha ocurrido alrededor de los inventarios forestales desarrollados en las regiones cálido-húmedas de México, tratando de señalar etapas que se han considerado decisivas en la evaluación y desarrollo de los procesos de cuantificación de los recursos forestales.

Summary.- This work makes a brief historical description of what it has been happening in the forest inventories developed in the tropical moist regions of Mexico, pointing out those stages that have been considered decisive in the evaluation and development of the quantification processes of the forest resources.

---

La inquietud y la necesidad de conocer la - - cuantía, la magnitud y las características de los recursos naturales, se remonta a la época indígena, ya que en ese entonces los bosques y las selvas tenían una gran importancia, puesto que de ellos dependía la construcción de casas, canoas, objetos artísticos, armas, utensilios domésticos, combustible y alimentación, además el conocimiento de estos recursos era importante para tasar los tributos a las tribus sojuzgadas.

Hacia el año 1200 A. C. surgió el pueblo Olmeca, en la costa de los Estados de Veracruz y Tabasco, en una faja de 200 km. de largo por 50 de ancho y que estaba cubierta por un extenso mar de - - verdura que cubría grandes áreas de pantanos y exuberantes selvas tropicales. Este pueblo estaba acostumbrado a la siembra de maíz, por lo que arrazaban y quemaban las tierras que necesitaban y que más tarde abandonaban, volviéndose a cubrir de vegetación en poco tiempo; además obtenían diversos productos como: aguacates, zapotes, palmas, troncos para elaborar balsas, leña combustible y para alfarería y fauna para complementar su dieta alimenticia.

En los años 600 A.C., florece la cultura Maya que depende fundamentalmente de los productos de la selva y que subsistió gracias al sistema de tumba-roza y quema en base a ciclos de 20 a 24 años. Se estima que el área que ocupan era de 288,800 - km<sup>2</sup> de selvas bajas y chaparrales (Anexo 1).

---

1/ Ponencia presentada en la conferencia internacional y reunión de trabajo Evaluación de Tierras y Recursos Naturales para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales (Chetumal, México, enero 25 - al 31 de 1987).

2/ Ingeniero Raúl Villarreal Cantón, Subdirector - del Inventario Nacional Forestal de la Dirección de Apoyos a la Actividad Forestal, de la Dirección General de Normatividad Forestal, SARH, México, D.F.

Del México colonial no hay mucha información, sin embargo, se sabe de la preocupación por identificar especies y estimar volúmenes de las más importantes, por su valor comercial o estratégico en la construcción de barcos. En esta época se emite varias ordenanzas, tendientes a evitar la destrucción irracional de recursos naturales, y en 1776 es cuando se hace la primera cartografía de las provincias, trabajo que contenía información detallada de la flora y fauna existente.

En la época independiente fue trascendental el conocimiento de los recursos forestales, ya que se incrementaron los aprovechamientos para exportar madera preciosa a Europa. El desarrollo de la minería y de los ferrocarriles demandaba materia prima para elaborar galerías, pilotes, durmientes y combustible y es cuando se hicieron algunos intentos para formalizar y sistematizar la información sobre los recursos forestales.

En 1881, se crea un programa de colonización para montes y terrenos nacionales y se solicita apoyo de las autoridades locales para lograrlo. - En 1884 se realiza el primer intento de inventario forestal, a fin de abastecer a la actividad minera; posteriormente de 1902-1909 se intensifican los trabajos de evaluación para cubrir los requisitos de los programas de deslindes que a la sazón se realizaban.

Los inventarios forestales, a pesar de ser muy necesarios, se ven retardados debido a la carencia de equipo adecuado y de personal debidamente capacitado para hacerlos, por ello, no es sino hasta el año de 1920, cuando se levanta un inventario en las selvas del Estado de Quintana Roo, a cargo del Ing. Cenobio Blanco, adicionalmente en 1935 se levantan sitios de muestreo, realizados por la Comisión Técnica del Sureste, trabajos que ponen en marcha, aunque en forma esporádica, la evaluación de recursos forestales del trópico mexicano.

Al promulgarse la Ley Forestal en 1926, se dictan ordenamientos para que los permisos para aprovechamientos forestales se otorguen en base a estudios dasonómicos apoyados en inventarios forestales, ordenamiento que se cumple hasta 1935, un



año después de la creación del Departamento Forestal y de Caza y Pesca.

El Gobierno promueve durante el período - 1937-1944, la idea de elaborar la Carta Forestal - de México, con el objeto de conocer detalladamente la extensión, cuantificación y calidad del recurso a nivel nacional.

Pero no es sino hasta 1947, cuando se vuelve a impulsar la evaluación de los recursos tropicales, al estudiarse 23,000 ha. de selva en el Estado de Campeche. Este trabajo se efectuó con material aerofotográfico y se complementó con reconocimientos aéreos. De este inventario se seleccionaron como aprovechables 12 especies: Caoba, cedro, zapote, jabí, pucté, granadillo, cataloche, mora, guayacan, maculis, chacté y barí.

En 1959, durante el desarrollo de la Segunda Convención Nacional Forestal, se manifiesta un gran interés por los inventarios forestales. Para tal efecto, en 1960, México presenta un proyecto a la FAO, para levantar el Inventario Nacional Forestal, que más tarde se asigna al Departamento de Fotogrametría e Inventarios Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales; inicianse en 1961 los trabajos formales en los estados de Durango y Chihuahua.

Con este proyecto se da inicio a la etapa moderna de los inventarios forestales en México.

En cuanto a los trabajos de las selvas, es importante señalar el interés que manifiestan los técnicos forestales desde la II Convención Forestal del Sureste, celebrada en Villahermosa, Tab., donde se planteó la conveniencia de medir la vegetación de la Península Yucateca.

Durante la III Convención Forestal del Sureste que se llevó a cabo en Oaxaca, Oax. en 1961; Vázquez Soto, propuso una metodología para conocer con exactitud las áreas ocupadas por diversas asociaciones vegetales, tanto primarias como secundarias y las áreas sujetas a aprovechamiento agrícola y ganadero. Anteriormente la Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscoreas, había hecho un ensayo de fotointerpretación en una zona de 11,000 ha. en las margenes del Río Santo Domingo en la región de Tuxtepec, Oax., las que previamente habían sido estudiadas por métodos terrestres. En esa ocasión se utilizaron fotografías escala 1:25 000 y se pudieron distinguir los siguientes estratos: zonas agrícolas, zonas de pastoreo, asociaciones secundarias jóvenes, asociaciones secundarias viejas, vegetación de cerros carsticos, selvas altas, encinares tropicales, zonas inundables y de transición.

Más tarde, durante el período 1959-1970, la Comisión elaboró mapas de vegetación para su área de influencia, localizada en la parte tropical - de la vertiente del Golfo de México, en una superficie de 9 millones de ha.

En 1963, en Tuxtla Gutiérrez, Chis., se realiza la IV Convención en la cual el propio Vázquez Soto, presenta un trabajo sobre clasificación de las masas forestales de Campeche apoyado

en observaciones terrestres y fotografías aéreas.

En 1964, Vázquez Soto y López Suárez, hacen el levantamiento de un inventario piloto en las selvas de Quintana Roo. En esta ocasión, para el cubrimiento de 50,000 ha. se utilizaron fotografías a escala 1:15 000 y una línea de vuelo transversal 1:20 000 con la finalidad de establecer comparaciones; con este material fue posible diferenciar los principales tipos de vegetación e inclusive se distinguieron algunas asociaciones. En lo relativo al apoyo terrestre, este trabajo vino a revolucionar la metodología que hasta entonces se empleaba, ya que por ser selectiva sobreestimaba las existencias en virtud de que solo se medían las áreas más productivas; a cambio de ello se utilizó un método sistemático con fajas de sitios continuos que hacen posible su análisis estadístico y proporcionan información mucho más confiable.

Para la V Convención Forestal del Sureste celebrada en Campeche, Camp., en 1965 se vuelve a recomendar el uso de la fotografía aérea en las zonas cálido-húmedas y se concluye sobre la necesidad de conocer los recursos forestales tropicales en lo relativo a: existencias, edades y producción.

Villa Salas en 1965, en base a reconocimientos aéreos hace un croquis de vegetación para todo el país, y en él se diferencian las selvas por su altura.

Con la idea de profundizar en los conocimientos sobre evaluación de recursos forestales del trópico, la Dirección General del Inventario Nacional Forestal, continuó sus trabajos en 1967, al levantarse inventarios preliminares en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Ese mismo año, se impartió un curso sobre reconocimientos aéreos e inventarios tropicales, con la participación de la FAO y del Centro Internacional de entrenamiento de Delft, Holanda.

En la VII Convención Forestal del Sureste, celebrada en Jalapa, Ver. el año 1968, se presentaron trabajos en los que se enfatiza la fuerte correlación edafológica en que están sustentadas.

Como resultado de las experiencias mencionadas en 1968-69, se caracterizaron 444,000 ha. en la parte central de Quintana Roo, los que en base a un cubrimiento aerofotográfico escala 1:50 000 se subdividieron en: Selva Alta Subperennifolia, Selva Baja Subperennifolia, Palmares y Sabanas, además se utilizó la clasificación de suelos que empleaban los mayas: Akalche, ya-axhom, kankab, tzeke, sabana, desmontes y quemadales. La información obtenida se vació en fotomosaicos semicontrolados 1:20 000 y en mapas 1:50 000.

El diseño de muestreo empleado fue el sistemático por conglomerados en los que se ubican fajas con sitios rectangulares, modelo que con ligeras modificaciones en cuanto a su dimensiones había de persistir hasta los trabajos que actualmente se desarrollan (Anexo 2).



Posteriormente, se empleó la misma tecnología salvo pequeños ajustes para cada caso específico en las áreas tropicales de los Estados de Nayarit, Chiapas, Oaxaca, Campeche, Veracruz, Tabasco y Yucatán. Los trabajos de cartografía y dasometría para las entidades mencionadas, ocurrieron entre el lapso comprendido entre 1973 y 1980, aún cuando algunos de los informes se publicaron hasta 1986. Las modificaciones más importantes radican en usar los factores fisiográficos en el Estado de Chiapas y el empleo de imágenes de satélite escala 1:250 000 en los estados de Tabasco y Yucatán, específicamente para cubrir los huecos que se originaron por falta de material aerofotográfico convencional.

Es importante mencionar que en el lapso en que se caracterizaron las selvas de las entidades enunciadas, el Inventario Nacional Forestal, ha sufrido profundos cambios administrativos y que de una Dirección General que existió hasta 1981, en que es reincorporado al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, con la categoría de Subdirección de área y finalmente en 1985, con motivo de la reestructuración del sector público de México, es transferido con la misma jerarquía a la Dirección General de Normatividad Forestal, condición con la que continúa actualmente.

Como resultado del primer inventario nacional forestal, actualizado para 1985, se reporta que la superficie forestal de México es de 142.9 millones de ha., de las cuales 40.9 millones de ha. son arboladas y 13.2 millones de ha. son selvas que ocupan el 6.7% del suelo patrio. (Anexo 3).

Simultáneamente con los inventarios estatales de gran visión se han levantado otros en área específicas con fines de manejo.

La mas importante reserva de bosque tropical húmedo de México, la Selva Lacandona fué caracterizada a través de un inventario que fué levantado en el período 1975-1976 y que tiene como característica diferencial del resto, el tamaño de sus 2,194 unidades de muestreo, ya que fueron rectángulos de 20x500 m. para formar una superficie de 1 ha. En esta región como en muchas otras del tró pico mexicano existe una fuerte dinámica en el cambio de uso del suelo.

Con el objeto de lograr el desarrollo económico regional, en el Distrito de Drenaje de Uxpanapa, Ver., se elaboró un estudio dasonómico a nivel de manejo, para lograr el aprovechamiento integral de los recursos forestales y faunísticos. Por ello en 1979, se elaboró Cartografía para 262,000 ha. que contenía planos: general, predial, de desmontes, de aprovechamientos forestales, de fisiografía y agrológicos.

La aplicación de nuevas y mas eficientes tecnologías, ha hecho evidente la necesidad de hacer cambios en los procedimientos convencionales empleados; por ello, para actualizar la información, se ha considerado conveniente utilizar las imágenes de satélite para elaborar la cartografía forestal y para detectar de una manera más efectiva el cambio de uso del suelo, por ello en 1975 y en base a convenios celebrados entre el Inventario Na-

cional Forestal y el Centro Científico IBM, se desarrollaron trabajos específicos para áreas tropicales del Estado de Tabasco, utilizando imágenes de 1975 y 1980, correspondientes a Landsat II y Landsat III.

Adicionalmente, desde 1985 se han venido haciendo esfuerzos para desarrollar metodologías que permitan evaluar y caracterizar recursos forestales no maderables como la palma camedor y el barbasco.

Paralelamente a las actividades del Inventario Nacional Forestal se han realizado trabajos por otras agencias.

En 1974, la Subsecretaría de Planeación de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos -- elaboró para el Plan Nacional Hidráulico, una carta de uso actual del suelo escala 1:1 000 000 en el que se definen: bosques, selvas, matorrales y pastizales.

En 1975, la Oficina de Cartografía Sinóptica de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, elaboró una carta nacional en escala 1:5 000 000 y clasifica a la vegetación del país en 40 tipos (Anexo 4).

La Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, ahora Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, elaboró cartas 1:50 000 en las que diferencia tipos de vegetación para formar la carta de uso del suelo de la República Mexicana.

Finalmente, deseo mencionar los trabajos que desarrollan el Gobierno de Quintana Roo y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos desde 1983, para dar origen al Plan Piloto Forestal del Estado.

Este último trabajo, junto con otro similar que recién empieza en el Estado de Campeche, son los últimos que se han realizado y que están aprovechando la experiencia adquirida en el pasado, seguramente a lo largo de este evento existirá la oportunidad de examinarlos con más detenimiento.

Después de esta resumida descripción, un tanto histórica de lo que se ha acumulado en torno a los inventarios forestales tropicales en México, queda claro que solo se ha cumplido una primera fase, y que se requerirá persistir con nuevos trabajos apoyados en mejores tecnologías para que en el futuro se pueda retornar al auge que existió en materia de evaluación de recursos, ya que solo a través de esta valiosa herramienta se podrá manejar adecuadamente nuestro patrimonio forestal.

## Bibliografía

- Baltaxe R. 1985. Seguimiento de la Cubierta Forestal Tropical. Congreso Forestal Mundial. México, D. F.
- Díaz Calero J. M. 1968. Planeación de Trabajos de Campo para Inventarios Forestales en la Península de Yucatán. 7a. Convención Forestal del Sureste. México, D. F.
- Flores A, Quiróz R. et al 1984. Utilización de imágenes multiespectrales en la detección y cuantificación de la vegetación y uso del suelo en una área piloto del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Publicación Especial Nº 45. México, D. F.
- Gill T. 1955. Los bosques tropicales de México, - Mesas Redondas sobre Problemas del Trópico - Mexicano. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A. C. México, D. F.
- Gómez Pompa, Vázquez S. y Sarukhan K. 1964. Estudios ecológicos en las zonas tropicales cálidas-húmedas de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Publicación Especial Nº 3.
- Hush B. 1971. Planificación de un Inventario Nacional FAO, Roma, Italia.
- Inventario Nacional Forestal 1969. Inventario Forestal del Territorio de Quintana Roo. Publicación Nº 12. México, D. F.
- Inventario Nacional Forestal 1976. Inventario Forestal del Estado de Chiapas. Publicación - Nº 34. México, D. F.
- Inventario Nacional Forestal 1984. Inventario Forestal de Campeche. México, D. F.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales 1985. Inventario Forestal del Estado de Tabasco. Publicación Especial Nº 54. México, D. F.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales 1985. Inventario Forestal del Estado de Yucatán. Publicación Especial Nº 55. México, D.F.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales - 1985. Inventario Forestal del Estado de Oaxaca. Publicación Especial Nº 58. México, D. F.
- Lund Gyde H. 1985. International Monitoring, on achievable Goal. Inventorying and Monitoring Endangered Forests Zurich, Alemania.
- Moncayo R. F. 1981. Relación de algunas cosas de los Montes de México. Un Ensayo Histórico - del asurto Forestal. Serie Premio Nacional Forestal Nº 2, Subsecretaría Forestal y de la Fauna, SARH. México.
- Nils - Erik Nilsson 1985. National and Subnational Forest Inventories. Congreso Forestal Mundial. México, D. F.
- Pringle S. L. Quantity and Quality of the Tropical Forests.
- Sarukan K. J. 1984. Requerimiento de información en los inventarios para selvas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial Nº 45. México, D. F.
- Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1975. Selva Lacandona Desarrollo Silvícola Industrial y - Rural. México, D. F.
- Subsecretaría Forestal y de la Fauna, 1979. Estudio Integrado de los Recursos Forestales del Distrito de Drenaje de Uxpanapa. Información Técnica del Inventario Nacional Vol. 1 año. México, D. F.
- Varela S. 1977. El uso de las imágenes de satélite en la Dirección del Inventario Nacional Forestal. Seminario internacional sobre el uso de los Sensores Remotos en el Desarrollo de los Países. México, D. F.
- Vázquez S. J. 1963. Clasificación de las Masas Forestales de Campeche, INIF Boletín Técnico - Nº 10. México, D. F.
- Vázquez S. y López S. 1964. Informe preliminar - del Inventario Piloto en Bosque Tropical.
- Vázquez Soto 1968. La delimitación de estratos forestales mediante fotointerpretación en regiones tropicales 7a. Convención Forestal del Sureste. México, D. F.
- Vázquez Soto J. 1985. Análisis de los Recursos Forestales y Asociados en el Trópico y Subtrópico Mexicano en Relación al Desarrollo Rural - IX Convención de Análisis de los Recursos Forestales y Asociados en el Trópico y Subtrópico Mexicano en Relación al Desarrollo Rural, Chetumal, Q. Roo.
- Veruette Fuentes J. 1984. Desarrollo Histórico de los Inventarios Forestales en México. Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales. -- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial Nº 45. México, D.F.
- Villarreal Cantón R. 1968. Fotointerpretación aplicada a Inventarios Forestales de Vegetación - de Clima Cálido Húmedo. 7a. Convención Forestal del Sureste. México, D. F.
- Villarreal C., Medina B. y López J. 1984. Conceptualización, Ubicación y Caracterización de los Recursos Forestales. Ciencia Forestal - Nº 49 INIF. México, D. F.
- Villarreal C. R. y Hernández O. 1985. Características del Recurso Forestal. IX Convención de Análisis de los Recursos Forestales y Asociados en el Trópico y Subtrópicos Mexicanos. - Chetumal, Q. Roo.
- Villarreal C., Medina B. y Hernández O. 1985. Inventario de los Recursos Forestales de México. Simposium sobre Programación Forestal. México, D. F.

Westoby Jack C. 1978. Las Industrias Forestales -  
para el Desarrollo Socioeconómico. Octavo -  
Congreso Forestal Mundial. Jakata, Indonesia.



A N E X O    1

ESTIMACION DE SUPERFICIES Y EXISTENCIAS  
VOLUMETRICAS DE LAS SELVAS MEXICANAS

E P O C A	A Ñ O	MILLONES DE HA.	MILLONES DE M <sup>3</sup>
Indígena *	1500	28.9	
Colonial *	1800	18.4	
Republicano *	1825	20.8	
Pre-revolucionario *	1900	20.7	1470
Post-revolucionario *	1940	20.4	1428
	*	1950	19.8
	*	1960	17.7
	**	1975	15.2
	**	1976	15.0
	***	1985	13.2
			1109

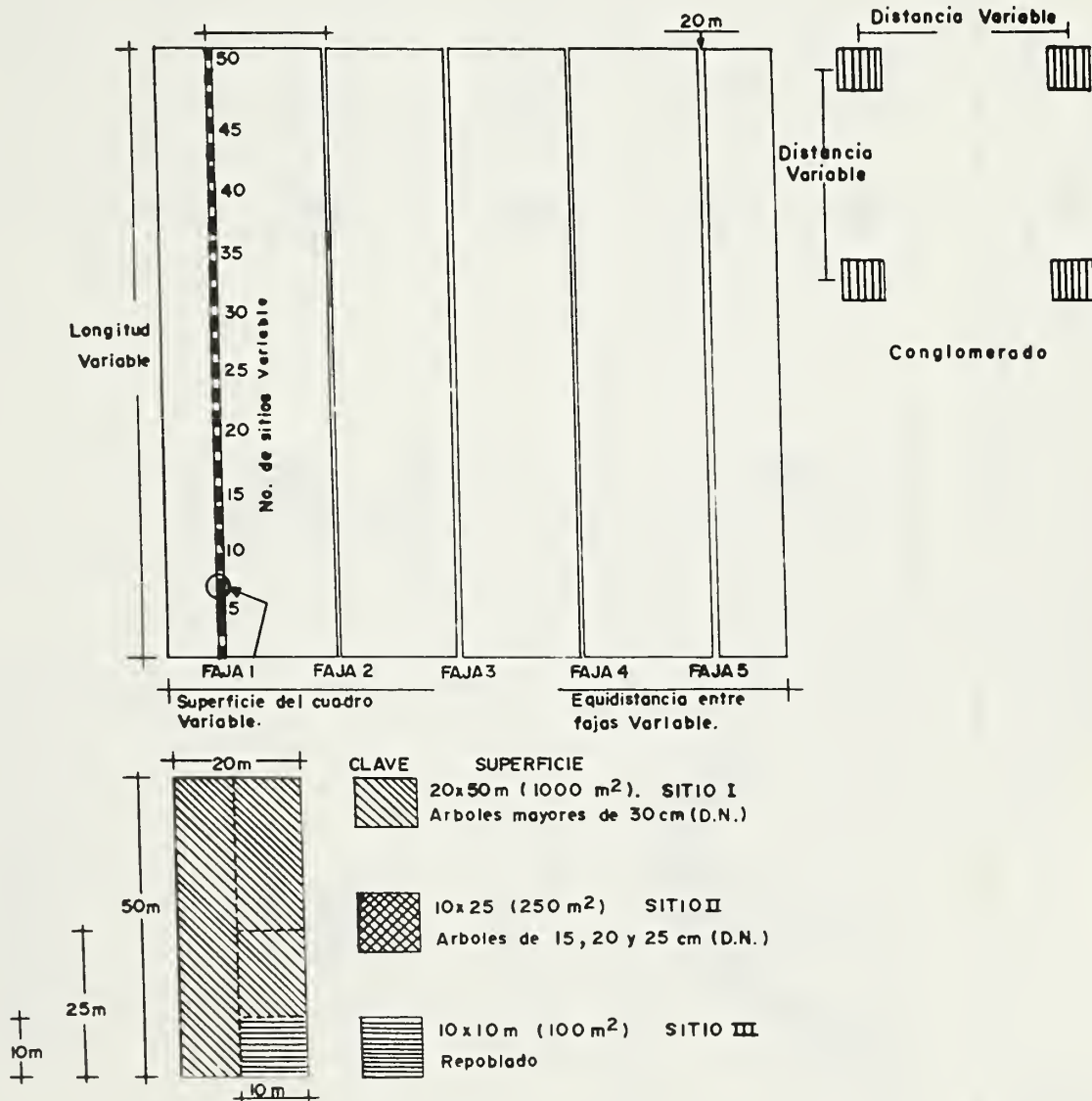
\* Datos obtenidos de Moncayo F. R. 1981.- Relación de algunas cosas de los montes mexicanos.

\*\* Datos obtenidos de la Dirección General del Inventario Nacional Forestal S.F.F.

\*\*\* Datos obtenidos del Inventario Nacional Forestal. INIF - SFF

## ANEXO N° 2

### SISTEMAS DE MUESTREO EMPLEADOS CON MAS FRECUENCIA EN INVENTARIOS FORESTALES TROPICALES





**SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO Y FOMENTO AGROPECUARIO Y FORESTAL**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE NORMATIVIDAD FORESTAL**  
**DIRECCIÓN DE APOYOS A LA ACTIVIDAD FORESTAL**  
**SUBDIRECCIÓN DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL**  
**SUPERFICIES FORESTALES DE LA REPÚBLICA MEXICANA**  
 (millones de hectáreas)

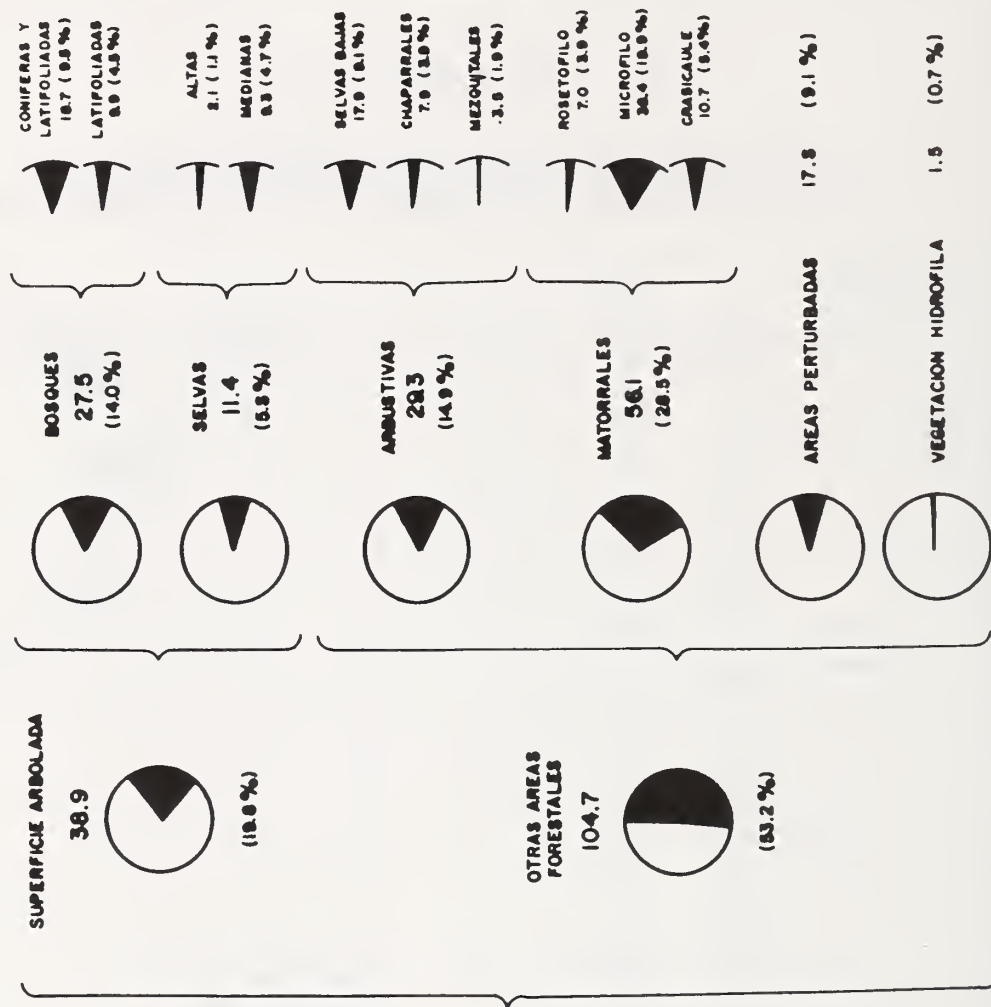


**SUPERFICIE FORESTAL**  
143.6



(Porcentajes con relación a la superficie total del país, 1966, 6 millones de hectáreas)

**ANEXO Nº 3**





# ANEXO 3-A

## CAMBIOS CUANTITATIVOS DE LAS SELVAS DEL TROPICO-HUMEDO

Entidad	Superficie geográfica miles de ha		Superficie forestal miles de ha		Superficie de selvas miles de ha		Año**
	1960*	Ultima medición***	1960*	Ultima medición	1960*	Ultima medición	
CAMPECHE	5 095	5 081	2 500	4 034	2 350	3 355	1975
CHILAPAS	7 441	7 421	3 329	5 838	2 278	2 126	1975
OAXACA	9 421	9 395	3 024	8 308	1 198	974	1981
QUINTANA ROO	5 035	5 021	3 122	3 423	3 022	1 668	1975
TABASCO	2 533	2 526	509	945	430	239	1981
VERACRUZ	7 189	7 169	2 206	4 069	1 600	2 077	1975
YUCATAN	3 850	3 840	836	3 304	816	429	1981

\* Atlas Forestal 1960. Subsecretaría Forestal y de la Fauna.

\*\* Fecha de realización de los estudios. Inventario Nacional Forestal. Subsecretaría Forestal.

\*\*\* Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

# ANEXO 3-B

## SUPERFICIES Y EXISTENCIAS VOLUMETRICAS (en miles)\*

	Selva alta (1)		Selva mediana (2)		Selva baja	Total		Fecha del estudio
	Superficie ha	Volumen m <sup>3</sup> rollo	Superficie ha	Volumen m <sup>3</sup> rollo	Superficie ha	Superficie ha	Volumen 1 +2 m <sup>3</sup> rollo	
CAMPECHE	616	36 984	2 738	109 536	248	3 602	146 520	1975
CHILAPAS	900	176 346	1 226	188 105	452	2 578	491 318	1975
GUERRERO	—	—	244	12 200	1 809	2 053	12 200	1975
MICHOACAN	—	—	320	15 980	750	1 070	15 980	1976
OAXACA	53	18 104	922	201 463	1 520	2 495	219 567	1981
QUINTANA ROO	462	26 288	1 206	78 591	1 218	2 886	104 879	1975
TABASCO	61	12 453	179	14 712	63	303	27 165	1981
TAMAULIPAS	—	—	6	267	995	1 001	267	1981
VERACRUZ	239	21 492	1 838	91 920	341	2 418	113 412	1976
YUCATAN	—	—	298	16 103	1 242	1 540	16 103	1981

\* Datos actualizados en 1985. Inventario Nacional Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Subsecretaría Forestal.

# A N E X O 4

## RELACION DE LOS RECURSOS FORESTALES POR LA OFICINA DE CARTOGRAFIA SINOPTICA

1. Pastizal	26'368,858	ha.
2. Sabana	274,302	"
3. Zacatonal	194,739	"
4. Paramos de altura	12,797	"
5. Matorral inerme	7'858,709	"
6. Matorral subinerme	19'282,138	"
7. Matorral espinoso	12'381,406	"
8. Matorral subespinoso	11'231,390	"
9. Matorral crasorosulifolio	10'566,150	"
10. Mezquital	1'062,482	"
11. Chaparral	3'944,280	"
12. Vegetación halofila	2'039,131	"
13. Izotal	999,012	"
14. Nopalera	1'574,403	"
15. Cardonal	2'291,967	"
16. Palmar	141,261	"
17. Manglar	486,040	"
18. Tular	24,896	"
19. Popal	33,799	"
20. Marisma	717,167	"
21. Bosque de Pino	4'338,610	"
22. Bosque de Encino	8'143,246	"
23. Bosque de Enebro	241,895	"
24. Bosque de Liquidambar	9,446	"
25. Bosque de Oyamel	62,041	"
26. Bosque de Cedro Blanco	94	"
27. Bosque de Aile	1,236	"
28. Bosque de Eucalipto	6,907	"
29. Bosque de Pirul	2,920	"
30. Bosque Artificial	1,506	"
31. Asociaciones Boscosas	17'084,712	"
32. Selva alta perennifolia	1'737,272	"
33. Selva mediana subperennifolia	8'571,865	"
34. Selva baja caducifolia	8'354,148	ha.
35. Selva mediana subcaducifolia	2'116,625	"
36. Selva baja subperennifolia	9'085,379	"
37. Selva mediana caducifolia	255,329	"
38. Selva baja subcaducifolia	134,777	"
39. Secundaria de selvas	9'365,879	"
40. Vegetación de galería	13,895	"

# COMPARISON OF VOLUME GROWTH CALCULATION METHODS FOR REMEASURED HORIZONTAL LINE SAMPLING

<sup>1/</sup>Yong-Chi Yang Shi-Ling Chao

**Abstract:** In remeasured horizontal line sampling, there is only one commonly used method for estimating yield. However there are several methods for estimating growth. Five different methods, based on how a given classification of tree could be treated in the growth estimation, were tested on four species groups (true fir and spruce, cypress, pine, mixed softwood and hardwood) in Taiwan.

The classical method (also called the *Strand method* or the compatible method), where tree status was ignored, had significantly larger coefficient of variation. There was no interaction between species group and method. The other four methods were very similar in the precision of estimate. Based on the ease of gathering data, the *revised Purdue method* is recommended. If volume and growth need to be compatible, distance variable tree factor method should be used for remeasured horizontal line sampling.

**Additional Key Words:** PPS sampling, CFI, ANOVA

## Introduction

In horizontal line sampling, the cruiser walks along the line and by viewing standing trees on both side of the line with a Relascope, determines which qualify as sample trees. Trees must be viewed perpendicular to the sample line and those subtend a certain minimum angle are included. The dbh and total height of sample trees can then be measured for volume determination.

Because trees are sampled with probability proportional to size (PPS), this method should be more efficient for volume estimation than fixed area cruising, which selects trees with probability proportional to frequency (PPF). However, in remeasured horizontal line sampling, trees which were *out* in the first measurement may be suddenly included at the next measurement. This causes an abrupt change in the estimated volume. The change is obviously caused by the estimation technique rather than the actual stand growth (Iles and Beers 1983).

In this study, we estimated the gross volume growth which is defined so that mortality trees and harvested trees can be ignored. Trees in the repeated horizontal line sampling can be classified as shown in Table 1. *Ingrowth* is for trees which did not meet the minimum diameter requirement (Ingrowth(1) did not germinate; Ingrowth(2) was *in*) at the first measurement, but both ingrowth (1) and (2) are *in* and grow to above the minimum diameter requirement at the second measurement. *Ongrowth* is for small trees which were not previously tallied, but growth just enough to be *in* at the second measurement. *Nongrowth* is a term for large trees which were

*out* at the first measurement but were *in* at the second measurement even though they grow a little. The term does not mean that they did not grow, but that most of their effect is in their sudden appearance in the sample. Some volume computations do not consider them at all. *Survivor* is large enough to be included at the first measurement, and is alive at the second measurement.

In order to calculate periodic volume growth, one must make a decision on which tree classifications should be included in the calculation, and how much they contribute at each time. Various methods for estimating forest growth were available (Iles 1981, Flewelling 1981, Yang and Wang 1986). These publications used only small scale or simulated data, and gave no practical estimate of the sampling efficiency of each method.

The objective of this study is to evaluate five methods of growth estimation, using a large number of permanent horizontal line plots in Taiwan.

Table 1--Classification of trees in permanent variable plot cruising

Tree Class	First Measurement		Second Measurement	
	Minimum dbh attained	<i>in</i> or <i>out</i>	Minimum dbh attained	<i>in</i> or <i>out</i>
(1) Ingrowth(1)	no	n.a.*	yes	<i>in</i>
(2) Ingrowth(2)	no	<i>in</i>	yes	<i>in</i>
(3) Ongrowth	no	<i>out</i>	yes	<i>in</i>
(4) Nongrowth	yes	<i>out</i>	yes	<i>in</i>
(5) Survivor	yes	<i>in</i>	yes	<i>in</i>

\* n.a.: not applicable because the tree did not germinate yet.

<sup>1/</sup>The authors are, respectively, Professor of Forest Mensuration, and Research Assistant, Department of Forestry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC. The authors are grateful to the National Science Council of the Republic of China for covering expenses of research.



Horizontal line sampling was first put into large scale practice in Taiwan (Born 1977, Yang 1983). A total of 2,491 permanent line segments were established in forest land between 1971-1972. Each line was 40 meters long. Minimum diameter was set at 10 cm.

Materials used in this study were randomly drawn from the inventory data base but were limited to four major forest types (true fir and spruce, cypress, pine, and mixed softwood/hardwood). Within each forest type, eight forest districts were sampled. The stand growth and volume per hectare was calculated for each sample line, and the coefficient of variation was computed for each district.

Five methods were used for growth calculation. In method A, volume growth was calculated as the difference between successive total volumes, regardless of the tree status. In method B, trees which were *in* at both measurements were expanded by using the tree factor of the first measurement, and ingrowth (1) trees were expanded by the tree factor at the second measurement to estimate volume growth. In Method C, ingrowth ((1) and (2)) and ongrowth trees were expanded by the tree factor of the second measurement, but the growth estimate of survivor trees were expanded by the tree factor of the first measurement. Method D was a combination of horizontal line sampling and plot sampling. Finally, method E used a distance variable tree factor. The contrast between the five growth estimating methods is summarized in Table 2.

Method A is the classical Strand estimator (Strand 1957). Method C has been termed the *revised Purdue estimator* (Myers and Beers 1968).

The distance variable tree factor in Method E depends on the ratio of distance from tree to sample line ( $X_j$ ) versus the diameter of the tree ( $d_{ij}$ ). This ratio then was compared with a present upper limit ( $K_u$ ) and lower limit ( $K_l$ ) of the gauge constant.

Let

$$Z_{ij} = \begin{cases} d_{ij}/x_j & \text{if } K_l < \frac{2x_j}{d_{ij}} \leq K_u \\ 2/K & \text{if } 2x_j/d_{ij} \leq K_l \\ 0 & \text{if } K_u < 2x_j/d_{ij} \end{cases}$$

Table 2--Comparison of five methods for estimation Forest Growth

The components of the estimated volume growth		Survivor	Ingrowth		Ongrowth		Nongrowth
			(1)	(2)			
Tree volume growth computation methods	A	S1	S2	S2	S2	S2	
	B	S4	S2	S3	None	None	
	C	S4	S2	S2	S2	None	
	D	S4	S5	S5	S5	None	
	E	S6	S7	S7	S7	S7	

S1: The volume at each measurement was expanded by the tree factor based on the diameter at the time of measurement. Survival growth was computed as the difference between two measurements.

S2: Growth was calculated as the volume at the second measurement by using the tree factor of the second measurement.

S3: Growth was calculated as the volume of the second measurement by using the tree factor of the first measurement.

S4: The volume at both measurements was expanded by the tree factor of the first measurement. Survival growth was computed as the difference between two measurement.

S5: Growth was calculated as the volume at the second measurement by using the tree factor of the second measurement. But in method D, use a fixed area plot, which had a half-width

$$(R, R = \frac{d_{min}}{200} * \text{the gauge constant})$$

based on the minimum diameter requirement, to calculate ingrowth ((1) and (2)) and ongrowth. From definition, ingrowth tree were all inside the fixed area plot. So in the ingrowth ((1) and (2)) cells,  $S5=S2$ . But in ongrowth, only calculated the trees inside the fixed area plot. So  $S5$  only a part of  $S2$ .

S6: The volume was calculated with a distance variable tree factor for each measurement, see text. Survival growth was the difference between two measurement.

S7: Growth was calculated as the volume at the second measurement by using the distance variable tree factor determined by the second measurement.

then we have

$$f_{ij} = \frac{T}{[2+2 \ln(K_u/K_l)] * L} (Z_{ij})$$

where  $f_{ij}$  = distance variable tree factor of the  $j$ th sample tree on the  $i$ th measurement.

$T$  = Total forest land in square meters.

$L$  = length of sampling line in meters.

The distance variable tree factor ( $f_{ij}$ ) then was converted to tree factor ( $f_t$ ) according to  $f_t = f_{ij}/d_{ij}$ . The volume was calculated by the tree frequency method (Bell, Iles and Marshall, 1983).

After the volume growth was estimated from all sample lines within a given district, the coefficient of variation for growth was computed for each district and was used as an observation in an analysis of variance (Table 3). The mathematical model can be expressed as follows:

$$Y_{ijk} = \mu + r_i + s_j + [d(s)]_{k(j)} + (rs)_{ij} + e_{ijk} \quad (13)$$

where:

$Y_{ijk}$  : coefficient of variation of the  
kth forest district within the  
jth species group on the ith method.

$\mu$  : grand mean of population.

$r_i$  : the method effect.

$s_j$  : the species effect.

$[d(s)]_{k(j)}$  : district effect within  
species.

$(rs)_{ij}$  : interaction of method  
with species.

$e_{ijk}$  : residual from the model.

The analysis of variance was performed by the statistical Analysis System (SAS 1982). The assumption that the residuals were normally distributed was accepted at the .1 level, but was rejected at the .05 level.

Table 3--Coefficient of variation of five methods in four groups of species in eight districts

Groups of Forest species districts		A	Growth estimation methods			
			B	C	D	E
True fir and Spruce	1	1.0717	0.6993	0.6938	0.6970	0.7581
	2	0.2681	0.2064	0.1993	0.2041	0.2481
	3	0.8851	0.3656	0.3656	0.3656	0.3074
	4	0.7128	0.4355	0.4351	0.4349	0.4367
	5	0.5436	0.4372	0.4769	0.4652	0.4411
	6	0.7258	0.7048	0.6892	0.6969	0.7479
	7	0.5559	0.6497	0.4700	0.4795	0.4777
	8	0.4469	0.3987	0.4331	0.4050	0.3925
Cypress	average	0.6512	0.4872	0.4704	0.4685	0.4762
	1	0.5471	0.5149	0.4770	0.4837	0.5418
	2	0.8174	0.5637	0.5366	0.5398	0.6368
	3	0.8005	0.9740	0.9444	0.9804	0.9040
	4	0.8149	0.7306	0.6924	0.7146	0.6895
	5	0.6806	0.6056	0.6081	0.5916	0.5612
	6	0.8841	0.7907	0.8314	0.8609	0.8230
	7	0.6244	0.5607	0.5282	0.5334	0.5241
Pine	8	0.7581	0.4171	0.3956	0.4033	0.4868
	average	0.7409	0.6447	0.6267	0.6385	0.6459
	1	0.8096	0.5068	0.5481	0.5042	0.6270
	2	0.6375	0.7329	0.7543	0.7707	0.6879
	3	0.7120	0.4886	0.5646	0.5338	0.5201
	4	0.7909	0.7370	0.6719	0.6893	0.6878
	5	0.9670	0.7550	0.7320	0.7566	0.7656
	6	0.4980	0.6229	0.5848	0.6067	0.5893
Mixed softwood/hardwood	7	0.4875	0.6411	0.5775	0.5858	0.5239
	8	0.9778	1.2869	1.0286	1.1170	1.0338
	average	0.7350	0.7214	0.6827	0.6955	0.6794
	1	0.4899	0.3933	0.4269	0.4044	0.4227
	2	0.6458	0.3814	0.3838	0.3797	0.4293
	3	0.5804	0.5485	0.5371	0.5307	0.6228
	4	0.6864	0.6133	0.6001	0.6217	0.6313
	5	0.5575	0.4276	0.4135	0.4179	0.4412
	6	0.8700	0.7069	0.7672	0.7408	0.6385
	7	0.6953	0.5454	0.5464	0.5631	0.5631
	8	0.3331	0.4268	0.4223	0.4262	0.3604
	average	0.6073	0.5054	0.5122	0.5106	0.5137

## RESULTS AND DISCUSSION

The F-test for methods, species, and district were all highly significant (Table 4). Method A has a larger coefficient of variation, about 10 percent more, than the other four methods for the calculation of the 10-year growth. Thus, the other four methods would offer an improvement in precision over the classical Strand method.

Because there were no statistically significant differences among the other four methods (Table 5), the decision of choosing one method over the other may depend on the concept of growth and the cost of calculation. For example, Methods B, C, D fix the size of plots for a specific interval, then change it during the next interval for the survivor trees. Each interval provide and estimate of growth, but the volume and growth are not *compatible* (Iles and Beers 1983). Method E makes volume and growth compatible and allows all volume estimation points to be connected over time. The volumes change slowly and consistently as the plot sizes change. The disadvantage is that this method requires additional information concerning the dbh and the distance to each tree. In general, the revised Purdue method (C) is preferred.

Table 4--Analysis of variance of crossed-nested model---10-year growth period

Source	df	Sum of squares	Mean square	F
Between methods	4	0.27993	0.06998	11.722**
Between species	3	1.07962	0.35987	60.2797**
Between districts within species	28	3.52924	0.12604	21.1122**
Method X species interactions	12	0.06710	0.00559	0.9363
Residuals	112	0.66918	0.00597	
Total	159	5.62507		

\*\* :  $\alpha = 0.01$

Table 5--The results of the new multiple range test for the five growth estimating methods---10-year growth period

Methods	A	B	E	D	C
Coefficient of variation	0.68362	0.58965	0.57879	0.57827	0.57299

Although there were significant differences among species groups and among districts, the interaction between these factors and the method effects were not significant. Therefore we need not consider the forest type when we select a method for growth calculation.

Several answers which were not available from this study may merit further investigation. We used an interval of 10 years. What is the effect of the length of interval? Would we arrive at the same conclusion if a 5-year or a 20-year interval were used? What would be the effect if the percentage growth was used? Furthermore, a minimum diameter of 10 cm was

used in this study, what would be the effect of minimum diameter on the precision of the five methods? When the distance variable tree factor is used what would be the optimal setting of the upper and lower limits for the gauge constant? What are the benefit/cost ratios in the five methods used? These answers are useful in planning the next remeasurement of the horizontal line permanent plots in Taiwan and we hope that research in these areas will be carried out in the near future.

#### LITERATURE CITED

1. Bell, J.F., K. Iles, and D.D. Marshall 1983. Balancing the ratio of tree count-only sample points and VBAR measurements in variable plot sampling. Proceedings of IUFRO Conference in "Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trends." OSU, Oregon USA P.699-702.
2. Born, J.D. 1977. Taiwan forest resources and land use study. Taiwan Forestry Bureau, R.O.C.
3. Flewelling, J.W. 1981. Compatible estimate of basal area and basal area growth from remeasured point samples. For. Sci. Vol.27, No.1, p.191-203.
4. Iles, K. 1981. Permanent "variable" plots for forest growth. Western Forest Mensurationist Meeting, Ketchum, Idaho.
5. Iles, K. and T.W. Beers. 1983. Growth information from variable plot sampling. Proceedings of IUFRO Conference: In "Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trends." OSU, Oregon, U.S.A. P.693-695.
6. Myers, C.C. and T.W. Beers. 1968. Point sampling for forest growth estimation. J. Forestry. Vol. 66, No.4, p.927-929.
7. SAS. 1982. SAS User's Guide: Statistics, SKS Institute Cary, North Carolina, USA 584 pp.
8. Strand L. 1957, "Relaskopik" Koyde-og Kubikk-masse bestemmelse: (Relascope height and cubic volume determination). Narsk Skogbruk.
9. Yang Y. C. 1983. The application of permanent horizontal line sampling for forest growth estimation. Proceedings of IUFRO Conference in "Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trends." OSU, Oregon, USA p.659-663.
10. Yang, Yong-Chi and Chao-Huan Wang. 1986. Expectations and variances of basal area estimates using remeasured horizontal line sampling. Forest Science. (In Press).

Abstracto--En el muestreo a líneas horizontales remedidas, existe sólo un método comúnmente empleado para la estimación del rendimiento. Sin embargo, hay varios métodos para la estimación del crecimiento. Cinco distintos métodos, basados al tratamiento empleado en la clasificación de los árboles para la estimación del crecimiento, se comprobaron en cuatro grupos de especies (abeto propio y abeto del norte, ciprés, pino, y árboles coníferos y deciduos mixtos) en Taiwan.

El método clásico (llamando el método de Strand or método compatible), en el cual no se considera el estado de los árboles, tiene un coeficiente de variación significativamente más grande. No existe ninguna interacción entre el grupo de especies y el método. Los otros cuatro métodos son muy semejantes en cuanto a la exactitud de la estimación. A base de la facilidad con la cual se recogen los datos, se recomienda el método de Purdue. Si en volumen y el crecimiento deben ser compatibles, se recomienda que el método de factores variables con la distancia de los árboles se use en el muestreo a líneas horizontales remedidas.



A SAMPLING SYSTEM FOR DETERMINING FUELWOOD FOR COMBRETACEAE AT THE  
GUESSELBODI NATIONAL FOREST, NIGER<sup>1/</sup>

James Alegria, John G. Heermans, and  
Gregory Minnick <sup>2/</sup>

---

Abstract--Dry weight equations were developed to predict firewood yields of Combretum micranthum, Combretum nigricans, and Guiera senegalensis. These equations were applied to a forest inventory at the Guesselbodi National Forest, Niger, West Africa. The results are discussed in terms of management implications and recommendations for future inventories.

Resumen--Se desarrollaron ecuaciones de peso seco para predecir rendimientos en lena de Combretum micranthum, Combretum nigricans, y Guiera senegalensis. Estas ecuaciones fueron aplicadas a un inventario forestal en el Bosque Nacional de Guesselbodi, Niger, Africa Occidental. Se discuten los resultados en términos de implicaciones para la ordenación y recomendaciones para inventarios futuros.

---

### Introduction

The Guesselbodi National Forest, located 25 kilometers east of the capital city Niamey, is a severely degraded sahelian brushland of approximately 5,000 hectares. Rainfall has historically averaged 550 millimeters with prolonged periods of subaverage precipitation. Recent rainfalls averaged 235, 330 and 474 millimeters in the years 1984, 1985 and 1986 respectively. Aerial photographs taken in 1955 and 1979 show that between 40% to 60% of the vegetative cover has disappeared. The main causes of the degradation are overgrazing, uncontrolled cutting and drought. In spite of the scant vegetative cover, the forest remains an important source of forage, firewood and other secondary forest products such as gum, medicines, and dyes.

The goals of management at Guesselbodi are to reverse the ongoing degradation, to upgrade the overall productivity of the forest and to establish a forest cooperative directed by villagers working

conjointly with the Forest Service agents.

Before a forest cooperative can be established, it is necessary to quantify the firewood as the first step towards the development of a cutting policy and a data base for an economic feasibility study. A preliminary survey was conducted to determine the preferred firewood species of the population. As a result it was decided to concentrate on the three dominant firewood producers: Combretum micranthum, Combretum nigricans, and Guiera senegalensis. Guiera senegalensis is a small bush usually less than 3 meters tall. Combretum micranthum is a bushy shrub attaining a height of 4 meters with multiple-stems. Combretum nigricans is more tree-like growing to 8 meters in height and 30-40 centimeters in diameter. These species are members of the Combretaceae family which are found throughout the Sahel between the 300 millimeters and 1000 millimeters isohyete lines. The Combretaceae is a transitional family between the sub-desert plant association to the north and the deciduous dry tropical species to the south.

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ James Alegria is a forest biometrist, John G. Heermans and Gregory Minnick are technical advisers at the Forest Land Use Planning Project, a U.S. A.I.D. sponsored program, Niamey, Niger, West Africa.

## Determination of the Dry Weight Equations

### Data collection

An area of approximately 1 hectare was delineated following a ground reconnaissance to assure that sufficient numbers of the three species were present. The selected area is typical of dense stands whose crown cover is greater than 90 percent and is associated with micro-depressions which collect surface runoff. The stand composition is approximately 40% C. micranthum, 30% C. nigricans, 30% G. senegalensis and less than 1% of other species.

Beginning in the latter part of November 1984, 20 trees of each species were selected every month for 11 months <sup>3/</sup>. Trees partially dead or previously cut by the local population were excluded from the study. The parameters recorded were species, the length and width of the crown and the diameter at 25 centimeters above the ground. The minimum basal diameters were 4 centimeters for C. micranthum and C. nigricans and 3 centimeters for G. senegalensis. All species were cut to a 2.5-3.0 centimeter top diameter. These are the minimum commercial diameters observed in area markets. Two or more stems not connected above the ground but standing less than 30 cm from each other were counted as one tree. The total green merchantable fuelwood for each tree was weighed to the nearest 200 grams. The green weights were converted to oven dry weights to eliminate seasonal fluctuation in the wood moisture content.

Since the dry weight of an entire tree rather than individual stems was predicted, the diameters of multiple stemmed trees were converted to an equivalent diameter of a single stemmed tree by the formula

$$\text{Equivalent Diameter} = \sqrt{D_1^2 + D_2^2 + \dots D_n^2}$$

where  $D_1, D_2, \dots D_n$  are individual stem diameters. <sup>2/</sup> Below is the range of equivalent diameters in centimeters and the number of trees by species included in this study.

<sup>3/</sup> The data was collected as a consequence of another study by Jack Sherry, Determination of the Optimal Cutting Period for Combretaceae (unpublished). Niamey, Niger: Institut National de Recherches Agronomiques du Niger, 1986. 3p.

Species	Range	Total
<u>C. micranthum</u>	4 - 17	155
<u>C. nigricans</u>	4 - 22	163
<u>G. senegalensis</u>	3 - 13	183

The crown area was measured in square meters by the formula

$$\text{Crown area} = (C1)(C2)(\pi)/4$$

where C1 is the length and C2 the width of the crown perpendicular to the length rounded to the nearest tenth of a meter.

### Dry weight equations

Ordinary least squares regression could not be applied due to heteroscedasticity. Performing least squares regression on the natural logarithm (ln) of all the terms in the regression corrected this problem.

The equivalent diameter was highly correlated with dry weight hence it was incorporated as the sole predictor term in one equation for each species. The equivalent diameter was the only significant term at the .05 level for G. senegalensis. In addition to the equivalent diameter, the crown area and the number of stems per tree were found to be significant for C. micranthum, and for C. nigricans it was the crown area and the sum of the stem diameters.

The equations in Table 1 are listed by species. A correction factor has been applied to the equation to adjust for the bias incurred by the logarithmic transformation. The correction factor,  $s^2/2$ , where  $s^2$  is the variance of the residual and  $e = 2.71828\dots$  has been recommended by Flewelling and Piepaar (2) in circumstances where  $s^2$  is less than .5 and the degrees of freedom are greater than 30.

From a statistical viewpoint, the multiple log-linear regression equations for C. nigricans and C. micranthum are significantly better for predicting the dry weight than the one parameter model with ED as the sole predictor term. From the viewpoint of management, it must be decided whether the reduction in the standard error of the regression line is worth the extra time and expense to measure the dimensions of the crown (the number of stems and the sum of the diameters require no additional field work). For the purpose of this study, it has been decided to use the simple



Table 1--Dry weight equations for *C. micranthum*, *C. nigricans* and *G. senegalensis*.  $y$  = the dry weight in kilograms,  $ED = \ln(\text{equivalent diameter})$ ,  $CA = \ln(\text{crown area})$ ,  $NT = \ln(\text{the number of stems per tree})$ ,  $SD = \ln(\text{the sum of the stem diameters})$ ,  $e = 2.71828...$ ,  $R^2$  = the coefficients of determination, and  $SE$  = the standard error of the regression in logarithmic form.

	$R^2$	$SE$
<u><i>C. micranthum</i>:</u>		
$y = 1.1059e^{(-1.529 + 1.6298ED)}$	.69	.448759
$y = 1.0946e^{(-1.797 + 1.5162ED + .2915CA - .2309NT)}$	.73	.425218
<u><i>C. nigricans</i>:</u>		
$y = 1.0654e^{(-3.038 + 2.3393ED)}$	.88	.355915
$y = 1.0489e^{(-2.536 + 2.3517ED + .3089CA - .4358SD)}$	.91	.309046
<u><i>G. senegalensis</i>:</u>		
$y = 1.0806e^{(-2.241 + 1.8577ED)}$	.65	.393806

log-linear equations. The elimination of the crown measurement at a slight loss in precision was deemed acceptable.

## The Forest Inventory

### Method

Agricultural zones, severely eroded areas and those areas prone to erosion were not considered exploitable and thus excluded from the inventory. The remaining 40% or 2,034 hectares of the forest was delineated into four strata based on the percentage of crown cover and vegetative growth patterns as seen from aerial photographs (4).

Stratum	Physical description	Area in ha
1	80 - 100% crown cover: very dense stands usually associated with micro-depressions, sometimes inundated during the rainy season.	207
2	30 - 80% crown cover: bare areas between distinct pockets of vegetation.	466
3	10 - 30% crown cover: scattered individual trees not forming distinct stands.	511
4	10 - 30% crown cover: small widely scattered stands of trees.	850

Each stratum was composed of numerous discrete stands of trees which were mapped as separate areas called "mapping units". Three mapping units from each stratum were chosen at random. The selected mapping units were located on 1:20,000 aerial photographs and a transect line was drawn through the unit to include a representative cross-section. Ten circular plots, with diameters of 10 meters, were systematically chosen along the transect line. The minimum stem diameters were the same for the dry weight equations and were recorded at 25 cm above the ground. If the tree had at least one live stem it was counted as living, if not, it was counted as dead.

The inventory was treated as a stratified random design. In a sampling scheme involving systematic sampling, a problem arises in determining an unbiased estimate of the variance. If it is assumed that the sampling unit within a stratum have no trends, then a systematic sample approaches a random sample (1). At Guesselbodi, where each stratum contained a number of mapping units in several drainages, the forest was assumed not to have any trends.

### Inventory Results and Management Implications

The estimation of firewood is the first step in determining allowable cuts, developing silvicultural prescriptions, and predicting potential economic returns. This estimate of future returns can offer the forest planner potential



Table 2--Dry weight and standard error (SE) in kilograms for the Guesselbodi National Forest separated into alive and dead wood by strata.

	<u>Dry wt/ha</u>	<u>SE/ha</u>	<u>Total wt</u>	<u>Total SE</u>
<u>Stratum 1</u>				
Alive	10,224.154	1,318.391	2,116,400	272,897
Dead	140.889	105.548	29,164	21,848
Total	10,365.043	1,322.520	2,145,564	273,751
<u>Stratum 2</u>				
Alive	4,830.444	1,322.180	2,250,987	616,127
Dead	221.757	106.946	103,339	49,836
Total	5,052.201	1,300.183	2,354,326	605,877
<u>Stratum 3</u>				
Alive	2,060.126	558.774	1,052,724	285,532
Dead	387.021	155.510	197,768	79,465
Total	2,447.147	587.641	1,250,492	300,283
<u>Stratum 4</u>				
Alive	2,178.527	515.202	1,851,748	437,921
Dead	402.394	137.692	342,035	117,038
Total	2,580.922	490.384	2,193,783	416,826
<u>Total forest</u>				
Alive	3,575.152	419.311	7,271,859	852,871
Dead	330.534	74.519	672,306	151,570
Total	3,905.686	413.083	7,944,165	840,202

sources of financing for future forestry projects. From a planning perspective, such inventories can predict future shortfalls, thereby providing a lead time for meeting those shortfalls. Similarly, information generated from these inventories can lead to more rational decisions on the location of future classified forests and forest reserves, as well as determining what areas should be managed to provide firewood for urban centers. There are significant Combretaceae forests remaining within 100 kilometers of Niamey. Estimates of firewood in these forests will help determine the number of hectares that must be managed to provide the population of Niamey with a continuing supply of energy assuming the forest growth rate and rotation age are known.

The following illustration demonstrates the applicability of firewood estimates using Guesselbodi as a model. The total dry weight of the forest is estimated at 7,944,165 kilograms (see Table 2). Assume that approximately 1/10 of this total or 794,417 kilograms will be cut each year over a presumed 10 year rotation ignoring any preliminary

harvesting of standing dead trees 4/. This represents approximately 0.8% of Niamey's present annual firewood consumption based on 1.11 steres/capita/year (3) and a population of 375,000 people (a stere is a cubic meter of stacked wood weighing approximately 225 dry kilograms).

The Guesselbodi National Forest is very degraded compared with the densely wooded areas within a 100 kilometer radius of Niamey. Within this radius are large stands of Combretaceae similar to stratum 1 at Guesselbodi. Based on these statistics, approximately 90,500 hectares of this stratum would need to be managed to supply Niamey's with fuelwood. If the more conservative figure for the entire forest is used, 240,000 hectares would need to be managed.

4/ Although there are no accurate growth data for Combretaceae, observations of cut stands have shown that 10 years is a reasonable length of rotation.

The number of hectares to be placed under management should be based on the best available growth information. Growth studies now in progress will improve estimates of the rotation period and allowable annual cut for Combretaceae.

### Discussion and Recommendations

The dry weight figures are based on the merchantable weight of the total tree and not individual stems. There are several advantages of using equations for individual stems. The dead stems can be tallied separately to give a more accurate estimate of total dead wood and a dry weight table for individual stems. This would eliminate the need to calculate equivalent diameters thus facilitating the work of foresters.

The regression equations are based on data from one stand of trees in one forest. For the equations to be valid over a larger geographical area would require measuring, cutting, and weighing a sufficient number of trees from different stands to determine if modifications are warranted. The Forest and Land Use Planning Project plans to continue the fuelwood study, modifying the approach as outlined in the recommendations. All efforts should be made to share this information among similar research endeavours within Niger and other Sahelian countries.

The question of appropriateness is an important factor in developing future methodologies. Simplicity should be the rule rather than the exception since it will be the mid-level forest agent who will apply the results of these studies in the field.

Fuelwood is only one of many forest products important to the economic well-being of Sahelian inhabitants. Future inventories should require surveys of the local population to determine which forest products are most important. For example, C. nigricans with straight boles or forked trunks at approximately 2 meters, are valuable construction timbers for tradition housing. Straight stems of C. micranthum less than

4 cm in diameter are also used in the construction of buildings and traditional furniture. Other trees produce mortars and canoes. These trees are more valuable as service wood than as fuelwood and should be selectively cut and marketed for their highest value. Standard units of measure such as cubic meters, board feet, or steres cannot be used, therefore the local artisans should determine the criteria for assessing the suitability of the trees for the various uses. As with other aspects of forest management in the Sahel, the knowledge gained from the local population can aid the forester, if their participation is solicited and encouraged.

### Acknowledgement

This paper is the result of four years work in which many people contributed ideas or participated in the actual work at different phases. Particular recognition and thanks are extended to the following individuals: Seydou Amadou, Soumaila Dan Baria, Lou Beer, Eric Boudouresque, Issoufou Boureima, Francois Codjo, Steve Daus, Cecilia Polansky, Juan Seve, Jack Sherry, and Fred Weber.

### Literature Cited

1. Cochran, William G. Sampling Techniques. New York: John Wiley & Sons; 1977. 428 p.
2. Flewelling, James W.; Pienaar, L.V. Multiplicative Regression with Lognormal Errors. Forest Science 27(2): 281-289; 1981.
3. SEMA - Energie et al. Etude du Secteur Economique Bois au Niger. Niamey: Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement - Projet Forestier IDA/FAC/CCCE; 1986. Tome 1, 2 & 3.
4. Soumaila Dan Boria and Seydou Amadou, Methodologie d'Inventaire Utilisée pour Estimer la Quantité en Bois de Chauffage que Renferme la Forêt Classée de Guesselbodi. Niamey, Niger: Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement - Projet Planification et Utilisation des Sols et Forêts, 1985. 11p.

Dr. Tim O'Keefe and Mr. James Brass<sup>2</sup>

---

Abstract--Biomass utilization of *leucaena* (*leucaena leucocephala*) for wood energy production on Hawaii is an area of growing concern. Although fossil fuel costs have recently declined, wood as an energy raw material continues to be a promising alternative. Most of the wood now being cut for wood energy in Hawaii is harvested on biomass, block, clear-cutting basis.

An accurate up-to-date analysis of the areas cut for biomass raw material is essential for efficient, systematic resource management.

In cooperation with NASA/Ames, a tropical wood energy remote sensing project was developed. The objective of this project is to develop a remote sensing system, using STM (Simulated Thematic Mapper) data, that will be an effective biomass management tool.

Two field sites in Hawaii were selected for study. An uncut, control site is located in a forested area of the Volcano National Park; the second study site is a biomass forest area in the Puna State Forest. STM data analysis is underway at NASA/Ames, and ground-truth field data work is being planned.

Preliminary results suggest that STM remote sensing data can be used as an effective biomass management tool, on a tropical forest ecosystem. Further STM data analysis and ground-truth work must yet be completed. The Natural Resources management Department at Cal Poly, San Luis Obispo, remains committed to a strong program in applied tropical agroforestry, biomass wood energy, and remote sensing.

Abstracto--Utilizacion de biomasa de *Leucaena leucocephala* es una area que esta desarrollandose mucho hoy en dia. Aunque el precio de petroleo ha bajado recientemente, madera, de alguna manera, sigue siendo una alternativa con mucha promesa de ser una fuente de energia. Ahora casi toda de la madera que esta cortada en Hawaii esta conchada en bloques de corte limpia.

Un analisis muy preciso de areas cortadas para biomasa es necesario para un plan de manejo que es eficiente y sistematico.

---

---

<sup>1</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2</sup> Dr. Tim O'Keefe, Professor, Natural Resources Management Department, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA; Mr. James Brass, Research Scientist, Ecosystem Science and Technology Branch of NASA/Ames Research Center, Moffett Field, CA.



En cooperacion con NASA/AMES, un proyecto de detectec-  
cion remota de madera tropical estaba desarrollada. El  
objetivo de este proyecto es para desarrollar, un  
sistema de deteccion utilizando Informacion de STM  
(Simulated Thematic Mapper) que sera una forma de  
manejar biomasa muy efectiva.

Dos lugares en Hawaii han sido seleccionados para  
esta Investigacion. Una area que va a ser sin cortar  
la cual va a servir como un control y esta ubicada en  
un sector del parque del volcan. El segundo lugar es  
una plantacion de biomasa ubicada en Puna State Forest.  
STM data analysis ya se esta realizando la NASA/AMES  
y la verificacion del analysis en el campo esta siendo  
planificada.

Resultados preeliminaros sugiere que la Informacion  
de STM usada como una tecnologia efectiva para el  
manejo de biomasa en sistemas de bosques tropicales.  
Ademas analysis de la informacion de STM y la  
verificacion del campo todavia tienen que ser  
terminados. El departamento de manejo de Recursos  
Naturales del Cal Poly, San Luis Obispo, CA queda  
comitida a un programa en agroforesteria tropical,  
utilizacion de biomasa de madera y deteccion remota.

---

## Introduction

Throughout tropical forest areas of the world today,  
resource inventory remains as a major problem.  
Traditional, ground based cruising systems used in  
temperate zone forests are inappropriate for many  
tropical forest areas for the following reasons:

1. Highly inaccessible forest area
2. High cost and time required for traditional  
ground cruises
3. Lack of skilled field technicians

In the past few years, there is growing interest  
throughout the tropical forest areas of the world  
in the application of air photos and satellite  
imagery to the forest inventory problem. Unfor-  
tunately, the application of air photos for tropical  
forest inventory is still an expensive and time  
consuming operation. In addition, due to high costs  
and time required for air photo operations, it is  
very difficult to keep the air photo coverage up  
to date, at all times.

Remote sensing using satellite data, on the other  
hand, offers a relatively inexpensive, timely man-  
agement tool which can be updated almost weekly,  
depending on data source. In addition, in the  
past few years, a greater variety of remote sensing  
data is becoming available for forest managers' use.  
Furthermore, both capital and operating costs for  
image analysis systems have declined, and profes-  
sional staff trained in the technical aspects of  
remote sensing are also more widely available today.  
Satellite data also provides large area coverage  
over inaccessible tropical forest areas.

Throughout most of the tropical forest areas of the  
world today, high forest cover continues to be re-  
moved at an alarming rate. A great deal of this  
removal is a direct local response to growing fuel-

wood shortages. As this accelerated fuelwood  
cutting continues to grow, there is also a cor-  
responding increase in soil erosion, low land  
flooding, and consequent loss of productive ag-  
ricultural land. Therefore, excessive fuelwood  
harvesting is devastating not only to the forest  
resource in both the short term and long term wood  
products aspects, but also for crop production, in  
terms of declining soil fertility and productive  
capacity of the land, in general. Obviously, it is  
imperative that some immediate actions be taken to  
reduce these unacceptable soil resource losses from  
the tropical forest ecosystem. However, due to the  
relatively inaccessible nature of most tropical  
forest areas, it has been very difficult to monitor  
fuelwood removals. Any sensible fuelwood management  
plan requires timely data about current stand con-  
ditions and the recovery status of recently cut over  
forest areas.

It is the purpose of this project to investigate the  
application of remote sensing sciences, specifically  
thematic mapper data, to tropical fuelwood manage-  
ment. A workable fuelwood management system can be  
constructed where remote sensing is used to collect  
data about the tropical forest resource over a wide  
area of relatively inaccessible high forest.  
Specifically, satellite imagery data can be used to  
monitor fuelwood potential in uncut high forest,  
and the recovery level of the forest resource after  
fuelwood harvest.

## Procedures

In order to evaluate fuelwood potential in a trop-  
ical high forest environment, two study sites were  
selected on the island of Hawaii. Both study sites  
are located about fourteen miles apart along an  
east-west flight line, where simulated thematic  
mapper (STM) data was collected by Daedalus 12-  
channel, 30-meter resolution scanner mounted in a

C-130 aircraft in April, 1985. The uncut study site is located in Volcanos National Park, about one-half mile north of the Kilauea crater. The second study site, located in the Puna Forest, is a recently harvested area. In addition to the STM data, good quality air photos, covering both sites is also available.

The uncut field study site is located about 24 miles to the southwest of the City of Hilo. The two study areas were selected to represent, first a relatively undisturbed high forest area in the national park, and the second, a high forest cut-over area in the Puna Forest, about 20 miles due south of Hilo. The environment on both sites is characterized as a typically volcanic derived soil where the annual rainfall is over 100 inches per year under a hot, moist tropical environment. On both sites the original forest cover is a mixed tropical hardwood stand. On the cut-over site where elevation averages about 1600 feet above sea level, the terrain is relatively level. However, on the uncut site the average elevation is about 4000 feet above sea level, and the terrain is more gently rolling.

The STM data of both study sites was analyzed on the Vax system, using IDIMS software, in the Eco-system, Science, and Technology Branch (ES&T) at NASA/Ames Research Center. The STM data was submitted to the new "super computer" (CRAY II) for statistical analysis. Separability analysis of the data indicated that on the cut (HAW2) and on the uncut (HAW1) study sites there were twenty-two and eighteen reflectance classes, respectively, that were significantly different, statistically at least. The spectral classes developed by clustering algorithms on the CRAY for each study site, data were transferred to the VAX for the discrimination of resource categories

On a practical basis for each of the two study sites, it was necessary to combine some of the statistically separable classes due to the difficulty of making a visual separation where the data points of some associated classes were highly mixed together. With this visual data adjustment, the final spectral classification yielded fourteen and twelve separability classes, respectively, for the cut and the uncut study sites.

These spectral classes on each study site were then correlated with data available on the air photos. For about half the classes on each study site, it was possible to establish a reliable estimate of the surface structure and configuration, based on air photo information (refer to Table 1, Relationship STM Classification to Air Photo Data). Identification of the more complex spectral classes will require further data analysis and an extensive field study for ground truth on each study site. For easier visual interpretation, each resource class is color coded using a general classification scheme.

In addition to the unsupervised classification and color coding, the STM data on each study site was enhanced by developing false color composite based on a combination of thematic mapper channels 5 (1.5-1.7 micrometers), 3 (.63-.69), and 2 (.52-.60).

For ease of data handling, the raw STM data for each study site was further reduced by windowing a 256 x 256 pixel subscene.

## Results

This preliminary STM data analysis confirms that it is possible to use remote sensing of tropical high forest structure to determine fuelwood potential. From the STM imagery covering the uncut study site, it was possible to make the following determinations quite clearly:

1. Distinguish vegetative areas from non-vegetative areas
  - a. unvegetative areas included both manmade elements, such as roads, parking lots, etc., and
  - b. natural elements, such as lava flow or stream beds, etc.
2. On the vegetative areas it was clearly possible to distinguish between
  - a. grass and shrub cover
  - b. tree cover
3. On the tree covered areas, it is possible to make further distinctions, as follows:
  - a. large size, mature trees, and smaller, immature stems
  - b. stand density, based on a stand with a fully closed canopy (high density) or a stand with a broken canopy (low density)
  - c. stand health and vigor, based on variable (infrared) reflectance values which could indicate moisture stress in the foliage.

Analysis of the STM data from the cut study site indicates that it is clearly possible to make the following distinctions:

1. Harvested and non-harvested areas
2. On the unharvested areas, it is possible to determine the same type of information that was available for the tree covered areas on the uncut study site already discussed.
  - a. tree size/maturity
  - b. stand density
  - c. stand vigor and health
3. On the harvested areas, it is possible to determine the following:
  - a. harvest recovery stage
    - i. stumps only, no recovery
    - ii. preliminary recovery, brush and grass cover
    - iii. secondary recovery, sprout growth
  - b. vegetation vigor and health, based on variable reflectance values may indicate moisture stress in the foliage

Fuelwood management potential in tropical high forest areas is a composite of many factors. On areas of uncut tropical high forest, fuelwood potential is closely correlated with such factors as:

1. Extent of the total area in forest cover
2. Forest structure and condition, including the following factors:



TABLE 1

## RELATIONSHIP OF STM CLASSIFICATION TO AIR PHOTO DATA

HAW1 - Uncut Site

Combined Spectral Class Numbers		Color Code	Photo Estimate
1	1	black	old lava
2	2	dk. grey	new lava
3	3	grey	lava flow
4	4	red	grass/low brush
5	5, 6, 7	gold	mature, low density forest
6	8, 9	peach	mature, high density forest
7	10, 11	tan	unknown
8	12	dk. green	unknown
9	13, 15	lt. green	mixed, 2-story forest/brush
10	14	aqua	immature, high density forest
11	16	orange	immature, low density forest
12	17, 18	white	bare ground and man-made

HAW2 - Cut Site

1	1	brown	grass
2	2	lt. green	brush
3	3, 5	olive	brush/sprouts*
4	4, 6	tan	old stumps*
5	9, 7	green	new stumps*
6	10	color 6	unknown
7	11, 8	blue	unknown
8	12	pink	mixed, 2-story forest/brush
9	13, 16	lt. blue	immature, low density forest
10	14	sand	immature, high density forest
11	15, 22	yellow	mature, low density forest
12	17, 18	grey	mature, high density forest
13	19, 21	white	unknown
14	20	orange	unknown

\* Photo interpretation uncertain.

- stand size and maturity
- stand density
- stand vigor and health

On the basis of such information about stand structure, it would be possible for a tropical forest manager to evaluate fuelwood management potential in a given forested area. For example, in an uncut tropical forest area where less than half the total area is under acceptable tree cover, it is most likely that only a low intensity fuelwood management operation would be economical and biologically feasible. In another case, a high density mature stand of trees could be managed for fuelwood under a high intensity, clear felling system. For further illustrations of alternative fuelwood management strategies and stand structure, please refer to Table 2, Relation of Stand Structure to Fuelwood Management Alternatives.

On forest land that has been recently harvested, fuelwood management potential is very closely linked with such factors as site recovery and vegetation

vigor and health. A tropical forest manager with timely information about these factors on a harvested site can determine the suitability and potential for future fuelwood management in that area. For example, on a harvested site where the forest recovery is slow (prolonged grass and brush cover on the site), the potential for fuelwood management, from an economic and biological viewpoint, must be considered as limited.

In a tropical forest ecosystem, practical fuelwood management requires a timely application of information about stand structure and composition. For this reason, the use of remote sensing data, especially multispectral scanners, such as the STM, can be a very useful tool for a tropical fuelwood forest manager.

Summary

Based on preliminary analysis of STM data collected from two study sites on Hawaii, it seems clear that remote sensing is a useful tool for tropical forest



TABLE 2

RELATIONSHIP OF STAND STRUCTURE TO  
FUELWOOD MANAGEMENT ALTERNATIVES

I. Uncut Sites	Fuelwood Potential
A. Vegetation	
1. bare land (lava), man-made structures	low
2. grass and/or shrub	low/medium
3. forest cover	high
B. Forest Cover	
1. stand structure and size:	
a. mature	high
b. immature	low/medium
2. stand density:	
a. open, low density	low/medium
b. closed, high density	high
3. stand vigor and health:	
a. high vigor	high
b. low vigor	low
II. Cut Sites	
A. Pre-harvest	
1. stand structure:	
a. mature	high
b. immature	low/medium
2. stand density:	
a. open, low density	low/medium
b. closed, high density	high
3. stand vigor and health:	
a. high vigor	high
b. low vigor	low
B. Post-harvest; Recovery Rate	
1. stumps only:	
a. old stumps	low
b. new stumps	medium
2. brush/grass, preliminary (1 <sup>o</sup> )	
a. recovery	low
3. sprout growth, secondary (2 <sup>o</sup> )	
a. recovery	high

stand structural analysis, with application for fuelwood management. However, it is important to note that the stand structural factors examined in this remote sensing fuelwood management study represent only part of the total management information required for a full fuelwood management operation.

Final results of this study will remain inconclusive until a detailed ground truth exercise can be conducted on each study site. Funding and other support is now required to develop some more reliable correlation between remote sensing data analysis and

actual field conditions. In addition, additional data from each site, such as species composition and site quality, which can only be obtained from a field study, would provide the basis for a more complete project analysis. A ground truth exercise in addition to this project would provide the practicing forest manager with another, more reliable, link in the full tropical fuelwood management chain.

Implementation and application of remote sensing in tropical fuelwood management will also require

an active technology transfer (TT) plan. A sound TT plan will provide the working link between research study and the field application. On this basis, use of remote sensing data as a working tool for tropical fuelwood management can be accomplished in a relatively short period of time, at a reasonable cost. A technology transfer element must be an integral part of the full technical study plan in order to insure efficient application return on the research investment.

This work was done as part of a summer faculty Fellowship grant from the American Society of Engineering Educators, in cooperation with Stanford University, Aeronautical Engineering De-

partment. Special thanks for help with this project is due to Dr. Pamela Matson, Vince Ambrosia, Mike Spanner, and Ed Petty.

#### References

1. Paul, C.K. and A.C. Mascarenhas. Remote Sensing in Development Science; 1981. 214:4517, p. 139-145.
2. Spanner, M.S., J.A. Brass, and D.L. Peterson. Feature Selection and the Information Content of Thematic Mapper Simulator Data for Forest Structural Analysis. 1984. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 22(6).

CANADA'S BIOMASS INVENTORY:  
LESSONS TO BE LEARNED FOR FUELWOOD INVENTORIES<sup>1/</sup>

G.M. Bonnor<sup>2/</sup>

Abstract--A primary objective of inventories in closed, high forests is to estimate merchantable wood volume. Such inventories can be modified to also yield estimates of biomass for fuelwood. One modification is the replacement of tree volume equations with tree biomass equations, to estimate the mass of all tree components. The availability of such equations must be extended to include small trees and non-commercial species. Another modification is the extension of inventory boundaries to include areas not supporting merchantable sized trees.

Resumen--El objetivo principal de un inventario forestal es estimar el volumen comercial de madera. Tales inventarios pueden ser modificados para producir tambien estimaciones de biomasa para combustible. Una modificacion posible es el reemplazo de las ecuaciones de volumen de los arboles por ecuaciones de biomasa, para asi estimar el volumen de todos los componentes del arbol. Tales ecuaciones deben ser definidas para incluir arboles pequenos y especies no comerciales. Otra modificacion es la extension de los limites de los inventarios a areas que no contienen arboles de tamano comercial.

### Introduction

In most countries, including tropical ones, forest inventories have focussed on the quantity of industrial wood available, e.g. for saw-logs. The forests containing such wood tend to be closed, high forest.

There is now an increasing need for fuelwood inventories. This is made evident by the increasing shortages of fuelwood and figures which show that, in some developing nations, up to 90% of the total energy is supplied by fuelwood (8). For Africa as a whole, the figure is 58%. The need for fuelwood inventories is reinforced by suggestions (6) that actual woodfuel consumption is double the official estimates.

To meet the need for such inventories, one approach is to determine if the existing inventories can be modified to provide the necessary data in an effective manner.

The purpose of this paper is to show that existing inventory methods for estimating industrial wood quantities can be modified readily to also yield estimates of fuelwood

quantities. The Canadian biomass inventory is an example of such a modified inventory. Although it was done in temperate forests, it also provides information useful to tropical forests.

### Basic Inventory Methodology

The basic Canadian inventory procedures to obtain data for management purposes may be described as the following series of steps (3).

- (1) On base maps delineate the population and determine its area.
- (2) On aerial photos delineate and classify individual stands, transfer the information to the base maps, determine stand areas; and stratify or define sub-populations.
- (3) Using field sampling procedures obtain detailed volume data. The general approach is to establish sample plots, measure individual trees within the plots, apply equations to estimate tree volumes, and summarize the volumes by species and size classes. The plot totals are then combined with other plot totals for individual strata, sub-populations or other desired classes, and average values (e.g., volumes in m<sup>3</sup>/ha) and precision estimates are calculated.
- (4) The area data from (2) are combined with the averages from (3) to yield estimates (e.g., total volume) of individual strata, sub-populations, and the whole population. The data are then summarized and presented with the maps in a report. Management plans are prepared from the report and other information.

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> Dr. Bonnor is a Research Scientist, Canadian Forestry Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, British Columbia, Canada.



Some of these steps may differ in other countries, depending on how detailed and location-specific the information must be. For instance, the mapping and determination of all forest areas and stands (step 2) is in many cases replaced by area determination by sampling within pre-defined blocks. However, as will become apparent, such differences are not relevant to the subject of this paper.

#### National Summaries

The inventory method outlined above was used to obtain timber estimates for Canada's ten provinces and two territories. National estimates were compiled from these provincial and territorial inventories, most recently in 1981 (2). At approximately the same time, the federal government initiated a study to determine the quantity, form and location of biomass in Canadian forests. The same approach was used: national estimates were compiled from provincial and territorial estimates. However, before such a compilation could take place, the provincial and territorial timber inventories had to be modified to yield estimates of total forest biomass. These modifications are the focus of this paper and will be described next.

#### Modifications

The required modifications fall naturally into two categories, one relating to biomass equations for individual trees, the other to the area of inventory.

##### Tree Biomass Equations

While tree volume equations are used in a timber inventory, the biomass equations must be developed for the biomass inventory. Such equations are used to estimate tree biomass by components, e.g. stem wood, stem bark, branches and foliage. To assess the mass or volume of the merchantable stem, the stem wood equation may be further subdivided into merchantable and non-merchantable components.

While the volume equations are developed only for commercial species, biomass equations must be developed for other species of potential use for fuel.

Finally, while equations in a timber inventory are developed for trees of merchantable size only, in a biomass inventory it is desirable to have equations also for smaller trees and perhaps shrubs. Depending on the forest type, these smaller sizes could account for a large proportion of the total forest biomass.

In developing such biomass equations, the independent variables generally remain the same as in the volume equations, e.g. stem diameter at breast height (dbh), and in some cases, tree height (h). For shrubs, crown diameter may be used (5). However, the dependent variable

changes from volume to mass, usually of oven-dry wood, measured in kilograms. Equation construction utilizes the standard least squares regression analysis. Some foresters, e.g. (4), prefer the use of weighted regression equations. Also, some foresters prefer to construct "additive" equations: the sum of coefficients for individual component equations equal the coefficients for the whole tree equation.

To obtain data for the tree biomass equations, destructive sampling of trees is necessary. Detailed field sampling procedures have been published (1). The general steps are to fell the tree, separate it into the components, weigh each component, take a sub-sample of each component, weigh it, dry it and weigh it again. The wet-dry relationship is then expanded to represent the whole component.

##### Inventory Area

Timber inventories often exclude forest areas that are deficient in trees of merchantable size. The reason for such a deficiency may be low site productivity, stocking to non-commercial or weed species, or depletion of the area due to human or other factors. However, such areas may have sufficient forest biomass to warrant their inclusion in the biomass inventory. Inventory boundaries must, therefore, be extended to include these new areas; additional mapping, area classification and field work is required.

A minor variation of this aspect is the partial inclusion of forest area in the timber inventory: an area may have been classified and its size determined but, for the reasons stated above, the wood volume may not have been determined. Such areas are usually embedded in the overall inventory area. The estimation of forest biomass is simpler in this case, only additional field work is required.

#### Discussion

The focus of this section is on the relevancy of the modifications previously delineated to fuelwood inventories in the tropics, and their cost.

Tree biomass equations are essential in biomass inventories. They are the only means of converting field-measured tree variables such as dbh into tree biomass. Unfortunately, the destructive sampling required to obtain the necessary data is expensive, more so than for the construction of tree volume equations. However, steps can be taken to reduce costs. One such step is to keep the number of tree components (for which separate estimates are required) to a minimum. For example, in fuelwood inventories, the below-ground portion of the tree may not be used, and estimates are superfluous. Also, in small trees or shrubs, it may be unnecessary to use separate components: the whole tree or shrub is used for fuelwood. Further, for merchantable-sized trees, only two

components may be necessary: the merchantable stem wood, and the rest (non-merchantable stem wood, bark, branches, twigs and foliage). This enables the manager to identify the two main uses, industrial wood and fuelwood.

Another step to reduce cost is to group species together before constructing the equations. Such grouping may be warranted if the species are of similar form, if they occur infrequently, or if they are of limited value. Using biomass equations constructed for one species to derive estimates for another might also be warranted under these conditions. Such situations could arise when equations for commercial species only are available but estimates for non-commercial species also are required.

A final possibility for cost reduction is the use of existing volume equations: the already existing relationship between volume and dbh is used to strengthen the mass-dbh relationship in a double sampling for regression type of design. Wood density for the species in question must of course be known. The advantage of this approach is that fewer trees need to be destructively sampled.

The modification related to the inventory of additional forest areas is a modification only where an existing timber inventory is being converted to yield biomass estimates also. Where a new (fuelwood) inventory is planned, the planner must be aware of the need to include areas which are not included in timber inventories. While the addition of such areas will increase the total cost, the cost per hectare may not increase; indeed, it may be warranted to sample the additional areas less intensively and thereby reduce per-hectare costs.

One question not addressed by this study is the extent to which the (modified) inventories, designed for use in closed, high forests, can be used in other types of forest for which biomass estimates are required, e.g. open woodland. Limited evidence (5, 7) indicates that, while the basic inventory procedures and steps remain the same, changes in information sources and sampling techniques are desirable.

### Conclusions

Fuelwood inventories characteristically differ from timber inventories in the type and productivity of the forest, in the species and size of trees, and in the attributes measured. Nevertheless, there are sufficient common elements between them that knowledge of one will assist in designing the other. Timber inventories have been made for decades and their design and implementation are well established. Fuelwood inventories, on the other hand, are of fairly recent origin and the methodology is still evolving. Therefore, it is natural that fuelwood inventory design will be based on timber inventory design. This study has shown what modifications the inventory planner must

undertake in order to convert a timber inventory to a biomass inventory.

### References

1. Alemdag, I.S. Manual of data collection and processing for the development of forest biomass relationships. Petawawa Nat. For. Inst., Can. For. Serv., Info. Rep. PI-X-4; 1980. 38 p.
2. Bonnor, G.M. Canada's forest inventory 1981. Forestry Statistics Systems Branch, Can. For. Serv., Chalk River, Ont.; 1982. 79 p.
3. Bonnor, G.M. Inventory of forest biomass in Canada. Petawawa Nat. For. Inst., Can. For. Serv., Chalk River, Ont.; 1985. 63 p.
4. Cunia, T. On tree biomass tables and regression: some statistical comments. In Forest Resource Inventories Workshop Proc. (ed. W. Frayer), Colo. Sta. Univ., Colo., U.S.A.; 1979. 629-642.
5. Olsson, K. Fuelwood demand and supply in the Umm Ruwaba/Er Rahad region in N. Kordofan, the Sudan - a study based on field data and Landsat MSS information. Lunds Universitets Naturgeografiska Institution, Lund, Sweden; Report no. 64; 1985. 71 p.
6. Openshaw, K. Woodfuel and the energy crisis: problems and possible solutions. Paper presented at U.N. Conference on New and Renewable Energy Sources, Nairobi, Kenya; 1981.
7. Thompson, I.S. Inventory techniques for fuelwood assessment in developing countries. Thesis, Dep. For., Oxford Univ. U.K.; 1983; 54 p.
8. United Nations, Conference for New and Renewable Energy Sources, Report of the Technical Panel for Fuelwood and Charcoal on its Second Session, A/Conf. 100/DC/34; 1981.



PROCESAMIENTO DE DATOS EN INVENTARIOS  
FORESTALES TROPICALES 1/

Act. Verónica Columba Barbosa López 2/

Ing. Avelino B. Villa Salas 3/

Sr. Jorge Ham Trujillo 4/

---

RESUMEN-- En este trabajo, se hace una presentación de los antecedentes, la situación actual y los requerimientos relativos al procesamiento de datos para los Inventarios Forestales Tropicales de México, a fin de proponer una alternativa uniforme y a la vez flexible para lograr eficiencia, precisión y oportunidad en la obtención de resultados. Esta propuesta pretende además, proporcionar los elementos para la creación, validación y aplicación de los modelos matemáticos, partiendo de un sistema ideal para la obtención de los resultados requeridos tanto para este tipo de inventarios, como para cualquier otro.

Abstract-- This paper presents background, up to date situation and data - processing requirements for Tropical Forest Inventories in México, in order to propose a uniform alternative and at the same time flexible pursuing efficiency, accuracy and opportunity in obtaining results. This proposal seeks giving the bases for creating, validating and application of mathematical models, having as original point an ideal system for obtaining the required results for all kind of inventories.

---

INTRODUCCION

El manejo racional de los recursos forestales de México, requiere, como el manejo de cualquier otro recurso natural, de un conocimiento confiable de su magnitud y características, de otra manera resultaría muy difícil tal manejo.

Por esto, los dasónomos mexicanos desde hace varias décadas han buscado desarrollar las metodologías que les permitan cuantificar el recurso forestal con mayor precisión y rapidez.

Debido a la mayor importancia económica que ha tenido en México el aprovechamiento de los bosques - de climas frío y templado (de coníferas principalmente), ha sido hacia estos bosques a donde se han canalizado las primeras investigaciones sistemáticas para desarrollar las metodologías más apropiadas para su evaluación; con los resultados de estos experimentos se buscó su aplicación en los bosques de clima cálido-húmedo.

Primeramente se analizaron y mejoraron las técnicas e instrumentos más adecuados para medir y calificar los árboles, para utilizar la fotografía aérea y en consecuencia, la fotogrametría y la fotointerpretación, así como para elaborar y presentar los mapas forestales con mayor precisión cartográfica.

En otra etapa de esta evolución, se desarrollaron técnicas de muestreo que permitieron obtener la información dasométrica y ecológico-silvícola de campo, con niveles de precisión estadísticamente aceptables.

Paralelamente, aun cuando sin la misma intensidad, se desarrollaron mejores metodologías para evaluar los bosques tropicales del país, las cuales por su composición misma, requerían de la modificación y adecuación de las técnicas usadas en los bosques de coníferas; habiéndose realizado estudios especiales tanto para analizar las experiencias obtenidas en la formulación de inventarios forestales en el trópico húmedo, como para desarrollar las metodologías que este tipo de bosques requería, a través de la utilización de las técnicas y metodologías más modernas.

Como paso final de este proceso evolutivo en la evaluación forestal, se dio especial énfasis en substituir los lentos e imprecisos cálculos que utilizaban calculadores demasiado simples, por los veloces procesos del cálculo electrónico.

Con la evolución de las computadoras electrónicas, el procesamiento del gran volumen de datos dasométricos y ecológico-silvícolas que generan los modernos sistemas de evaluación forestal, se dio un paso definitivo para obtener no sólo los resultados de un inventario forestal, sino también para analizar esta información y obtener los estimadores estadísticos y consecuentemente los niveles de precisión del trabajo realizado.

Sin embargo, dado lo rápido de la evolución del cómputo electrónico y la existencia de programas estadísticos, no ha sido posible que los avances logrados en el aspecto del procesamiento de datos que utiliza y genera un inventario forestal tropical, se hayan generalizado, por lo que el presente trabajo pretende hacer propuestas que hagan más -

---

1/ Este trabajo fue preparado para la Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo "Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics", Chetumal, México, 25-31 de enero de 1987.

2/ Jefe del Departamento de Estadística y Cálculo del INIFAP-Forestal.

3/ Director del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal.

4/ Analista y Programador de Sistemas, Sistemas Interactivos Científicos, S. A. de C. V.



comprensible la importancia de esta fase de la evaluación forestal; asimismo, se presentan alternativas sobre la configuración práctica de un equipo de cómputo y de un sistema flexible que pueda ser utilizado con cualquier información que se genere como resultado de un inventario forestal tropical.

#### ANTECEDENTES

Desde que los dasónomos mexicanos buscaron un mejor manejo de los bosques tropicales, sintieron la necesidad y la importancia de conocer en mejor forma el bosque, así observamos al analizar las conclusiones y recomendaciones de las seis Convenciones del Sureste de México, que se llevaron a cabo entre 1959-1965, los expertos de la región tropical del país, reconocían la necesidad de desarrollar metodologías para determinar la magnitud y las características del recurso forestal.

También durante la II Convención Nacional Forestal que se realizó en 1959, se recomendó llevar a cabo un Inventario Nacional Forestal, con las metodologías más adecuadas para una cuantificación precisa.

Desde su inicio y hasta el presente, aun persiste el uso de calculadores de oficina para procesar la información dasométrica de campo. Esta forma de cálculo, además de lenta, es una fuente de errores y tiene poca capacidad para manejar grandes volúmenes de datos.

Aun cuando desde hace varias décadas, se han formulado inventarios forestales, para apoyar los estudios dasonómicos de diversas regiones tropicales del país, es quizá a partir de 1961, cuando se estructura con apoyo del Fondo Especial de las Naciones Unidas y de la FAO, el Inventario Nacional Forestal dentro del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, cuando se sistematiza el análisis de las experiencias obtenidas. En esta época se diseñan formatos especiales en tarjetas, para registrar las mediciones y observaciones hechas directamente en los montes y se inicia el uso de las computadoras electrónicas para procesar la información de campo con rapidez y precisión, con menores costos y errores.

En los años siguientes, el Inventario Nacional Forestal siguió no sólo cumpliendo con su labor de cuantificar los recursos forestales del país, sino también promoviendo y desarrollando metodologías para realizar las diferentes fases de campo y gabinete, entre ellos los relativos al procesamiento de datos.

Inicialmente el procesamiento electrónico de datos del Inventario Nacional Forestal y de algunas organizaciones que realizaban inventarios forestales, empezaban con la magnetización de las marcas de ferrita magnética con que se registraban los datos directamente en el campo; después de esta magnetización se perforaban las tarjetas. Ambas acciones se realizaban en una magneto-lectora BULL ULP-M2G, clasificándose después por medio de una computadora IBM-101, que a la vez iba decodificando la información, de ahí la conversión a cinta magnética se realizaba por medio de una IBM-1401, emitiendo también resultados totales y parciales. En este

proceso se utilizaba para el cálculo de hectárea tipo, una computadora electrónica IBM-7070.

Posteriormente, a medida que se desarrollaban las computadoras, generación tras generación se buscó adecuar los procesos de cálculo electrónico a los nuevos equipos, tales como la IBM 370, modelo 145 del Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de Chapingo y la BURROUGHS 5500 del Centro de Cálculo Electrónico de la UNAM.

Recientemente el proceso de datos se ha realizado con un equipo CYBER 72/14 de la SARH, en la cual los programas se escriben en lenguaje cobol y la información de campo registrada en formatos previamente diseñados, se graba en cintas magnéticas.

#### ASPECTOS RELEVANTES DEL PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de datos para formular un inventario forestal tropical, abarca diferentes fases, que requieren del manejo de gran cantidad de información que debe ser cuidadosamente manejada, desde el momento en que se recopila directamente en el campo, hasta que se producen los resultados requeridos.

Enseguida, se describe la forma como cada una de estas fases se lleva a cabo.

##### Registro de datos

Es conveniente establecer que la adecuada recopilación y registro de la información dasométrica, ecológica y silvícola, es el punto de partida para un buen procesamiento; es por ello que este inicio debe hacerse diseñando formatos de registro que permitan anotar los datos medidos u observados directamente en el campo, en una forma clara, precisa y ordenada, sin dejar lugar a duda o confusión, tanto para el técnico que registra los datos, como para el personal que transfiere la información a tarjetas perforadas, cintas, discos y disquettes.

Para esto se requiere que tanto el personal de campo, como quienes graban los datos, sean capacitados debidamente antes de involucrarlos en sus tareas.

Un inadecuado formato de registro de datos de campo, puede llegar a ser una importante fuente de errores, que además de dificultar los procesos de cómputo electrónico, puede llegar a invalidar los resultados obtenidos.

Paralelamente a lo mencionado, es necesario que se haga una depuración de los datos que se desean obtener en el campo, especialmente de aquellos que no corresponden a mediciones precisas, sino más bien a observaciones subjetivas; ya que estos datos requieren de tiempo para su recopilación y su grabación y pocas veces se sabe como manejar los resultados que se obtienen de su procesamiento.

##### Tablas de volumen

Para convertir los datos de diámetro y altura de cada árbol que son medidos en el campo, en volumen maderable, es necesario elaborar las correspondientes tablas de volúmenes.

Una tabla de volúmenes, representa los volúmenes - que cada especie o grupo botánico, dentro de un estrato o región forestal, tiene de acuerdo con su forma, su diámetro y su altura. Para su obtención, se requiere de dos procesos de cálculo, el primero - para "cubicar" cada árbol con las diferentes mediciones de los diámetros y alturas de las trozas en que se divide, mediciones que generalmente se hacen con diferentes tipos de dendrómetros, principalmente los Barr & Stroud, Tele-relascopio de Bitterlich, Telelop, etc.; el segundo proceso, consiste en "ajustar" las "cubicaciones" de todos los árboles medidos para este fin, mediante modelos matemáticos de diferentes tipos, basados en análisis de regresión múltiple, con cuyos coeficientes de regresión se forma la ecuación que aplicada a los diámetros y alturas de cada árbol de la población muestreada estima su volumen.

Para determinar si la ecuación o modelo matemático logra el ajuste óptimo de las cubicaciones, se revisan los coeficientes de determinación y regresión de las diferentes ecuaciones probadas para cada caso, así como la F calculada en el análisis de varianza, lo cual requiere de un procesamiento adicional de los datos, realizado a través de programas ya existentes.

Con fines prácticos, frecuentemente es necesario - convertir una tabla de volúmenes de doble entrada (diámetro y altura), en una tarifa o tabla de volúmenes de una entrada (diámetro), para lo cual es necesario determinar las alturas promedios de cada clase diamétrica y reprocesar la información.

#### Parámetros volumétricos

Una vez que se cuenta con las tablas de volúmenes necesarias para cada especie o grupo botánico determinado, se procede a obtener el primer parámetro volumétrico que es el "volumen-por hectárea-por sitio", que corresponde al volumen que se encuentra en todos y cada uno de los sitios de muestreo, referidos a la unidad de superficie que se utiliza (una hectárea).

Esta información es fundamental para el proceso de nominado "estratificación de la muestra", el cual consiste en calificar cada sitio de muestreo con el estrato o tipo de bosque tropical en el que se ubicó, para homogeneizar el tipo de vegetación. Este proceso además sirve para revisar y en su caso corregir la fotointerpretación, cuando ésta fue el origen de definición y delimitación de los estratos.

Una vez estratificados todos los sitios de muestreo, se puede calcular el segundo parámetro volumétrico que es el volumen por hectárea o hectárea tipo de cada estrato o tipo de bosque tropical que se haya considerado en el inventario forestal.

Este valor, es el parámetro que se utiliza para la planeación del uso y el manejo del recurso forestal.

#### Estimadores estadísticos

A fin de conocer el grado de precisión con que cuenten los estimadores volumétricos, se requiere

del análisis de diversos estimadores que son obtenidos procesando la información dasométrica con programas de estadística básica, de los cuales podemos obtener también estimadores de medidas de tendencia central y de dispersión como son: media, varianza, error estándar, coeficiente de variación etc.

#### Tamaño de la muestra

Frecuentemente es motivo de inquietud determinar si el tamaño de la muestra o intensidad de muestreo que se ha aplicado en un inventario forestal, es suficiente para obtener niveles de precisión requeridos. Cuando en alguna zona forestal tropical ya se ha realizado un inventario previo, la información obtenida puede ser analizada mediante los procedimientos estadísticos del caso, para determinar tamaños óptimos de la muestra. Para este proceso, también se requiere del uso de "paquetes" ya desarrollados, que pueden ser utilizados en un gran número de computadoras.

#### REQUERIMIENTOS

No obstante, la notable evolución que han tenido las computadoras electrónicas y la existencia de "paquetes" de cómputo que permiten calcular todos aquellos estimadores estadísticos que se desee, la utilización de estas dos herramientas se encuentra limitada en gran medida a instituciones de enseñanza e investigación, en buena medida, debido a que se desconoce su capacidad y utilidad, ya que se piensa que su empleo es costoso y difícil.

Por otro lado, cuando una empresa o institución realiza un inventario forestal en una área tropical, diseña y lleva a cabo todas las fases del procesamiento de sus datos sin tomar en cuenta lo mencionado anteriormente, teniendo como resultado que la información obtenida resultó costosa y con características que no permiten su integración a inventarios regionales, además de que con alguna frecuencia sus resultados son imprecisos.

Lo anterior nos permite establecer que es necesario formular una estrategia nacional que permita generalizar el adecuado y amplio uso de las computadoras electrónicas y de los "paquetes" de cómputo modernos, para que la información que genere el procesamiento de datos, se obtenga en forma rápida y confiable, además de que pueda integrarse a los inventarios regionales.

Para lograr lo anterior, se requiere lo siguiente:

- Estandarizar, con la flexibilidad que cada caso requiera, el diseño de los formatos de registro de datos de campo.
- Capacitar adecuadamente tanto al personal que recopila los datos de campo, como al que los graba en los discos o cintas que alimentan las computadoras, así como a los supervisores de estas actividades.
- Elaborar programas de cómputo de utilización generalizada, mediante pequeñas modificaciones para cada caso.



- Definir los "paquetes" de cómputo que permiten - obtener los estimadores estadísticos para poder evaluar la confiabilidad de la muestra de campo.
- Buscar que el sistema para el procesamiento de datos produzca listados de resultados fácilmente integrables y adecuados a los estudios forestales regionales.

#### CONCLUSIONES

El análisis de los planteamientos expuestos nos lleva a las siguientes conclusiones:

- Es necesario que el órgano gubernamental que aprueba y norma la formulación de los inventarios forestales, defina, proponga y divulgue con el apoyo de instituciones de investigación científica, la información con que ya se cuenta en relación con los equipos de cómputo electrónico y los paquetes de cómputo que pueden ser utilizables y accesibles a los interesados.
- Es conveniente que este mismo órgano gubernamental diseñe y proponga los formatos de tipo general más idóneos para recopilar la información da sométrica, ecológico-silvícola y de otra índole - que se recabe en el campo, considerando los objetivos de cada tipo de inventario.
- Es necesario que se prepare un instructivo para facilitar la capacitación del personal que recopila los datos de campo, de quienes los graban en cintas o discos y de los técnicos que llevan a cabo las revisiones en escritorio.
- Es conveniente que la autoridad forestal promueva la elaboración de los programas de cómputo - que faciliten el uso de esta herramienta a los usuarios; programas que deberán tener la flexibilidad suficiente para adaptarlos a las diferentes condiciones ecológicas de cada tipo de vegetación tropical.
- Lo mencionado, permitirá dar continuidad a los inventarios que se elaboren, facilitar futuras interpretaciones y analizar e integrar sus resultados a inventarios regionales, estatales y nacionales.

#### PROPUESTA

Como puede observarse, el propósito del presente trabajo es de analizar algunos de los procedimientos que tradicionalmente se realizan y se han utilizado en los procesos de captación, tratamiento, análisis e interpretación de la información que generan los inventarios forestales tropicales.

En este punto es donde se enfatizan algunas consideraciones que surgieron al analizar los trabajos que se revisaron:

- Existe una limitada sistematización de los procedimientos.
- No se observa grado alguno de estandarización en la información, no obstante, que proviene de las mismas fuentes.

- Los trabajos programados al respecto, generalmente hacen mención muy escueta de los procedimientos que se siguieron para el procesamiento de los datos de campo.
- En términos generales, las técnicas, métodos y el equipo principalmente son inadecuados por obsoletos desde hace varios años.
- No se observa interés alguno por crear sistemas apoyados en la aplicación de la tecnología existente en la actualidad.

Lo anterior, permite apoyar una propuesta, que si bien no se apegue totalmente a una realidad y a las necesidades específicas de este tipo de inventarios, puede servir como modelo base, a partir del cual puedan implementarse propuestas que cumplan con requerimientos más reales.

Un buen argumento para convencer a los interesados en la formulación de un inventario forestal, es que existen bases para encontrar nuevos senderos - en el proceso de la búsqueda de mejores resultados, debido a la presencia actual de una alta tecnología a precios relativamente módicos, que incluye entre otras cosas:

- Micro computadores de escritorio de alta velocidad y capacidad.
- Unidades de almacenamiento en discos de gran capacidad (del orden de 700 millones de caracteres) y velocidad de transferencia.
- Pantallas de graficación en colores de alta resolución (del orden de 720 x 350 puntos).
- Impresoras veloces con capacidad de graficación en blanco y negro y aun en color.
- Graficadores de 1, 2, 7 y hasta 10 plumas que pueden realizar planos, mapas, gráficas y en general, cualquier dibujo en un mínimo de tiempo.
- Capacidad de interconexión de las computadoras entre sí, aun a grandes distancias, con la finalidad de compartir recursos y datos.
- Existencia de programas (Software) de diseño muy sofisticado para ser utilizados en:

- . Bases de datos
- . Hojas de cálculo
- . Procesadores de palabra
- . Graficación
- . Comunicaciones
- . Inteligencia artificial
- . Matemáticas, estadística e investigación de operaciones.

Posiblemente, el mayor énfasis que puede hacerse - al pretender establecer un plan de sistematización en el manejo de la información que proviene de los inventarios forestales, es el de proponer un modelo que a la vez de simple pueda competir en cuanto a niveles de estandarización, oportunidad, modularidad, bajo costo (o costos razonables), etc.

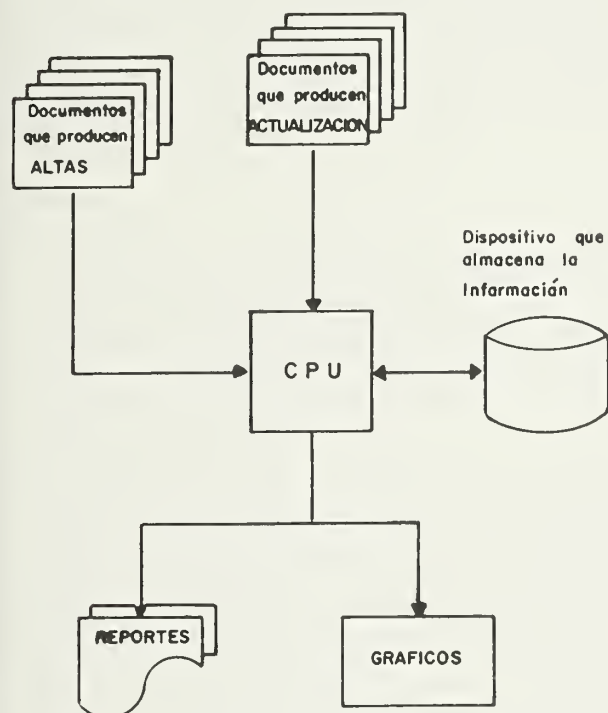
Tentativamente un sistema de esta naturaleza debe contener en su estructura global diferentes proce-



dimientos capaces de realizar el mantenimiento de la información o bases de datos, así como de emitir reportes según los requerimientos que ampliamente se conocen en el sector forestal.

Es obvio que la estandarización se justifica al establecer un programa para proveer de equipos similares o compatibles a los organismos responsables de realizar los inventarios forestales; ya que, - además de que un solo paquete de programas puede servir en todas las instalaciones, cualquier cambio que se realice en éste, automáticamente sería transferible a las mismas.

El diagrama de bloques de un sistema que satisface estas condiciones, se presenta en el siguiente cuadro:



No obstante, que este es un diagrama general de bloques que puede ser implementado en cualquier equipo, es importante recalcar que los procesos intrínsecos, son los que pueden hacer la diferencia entre un sistema transportable y otro que no lo sea.

La configuración mínima requerida por instalación para poder utilizar un paquete general de procesamiento de inventarios forestales, podría resumirse en la siguiente relación:

- Computadora IBM-PC o compatible con 640 KB de memoria principal, tarjetas de adaptación para gráficas y color, puerto paralelo para impresora, - puerto serial RS-232C para otros dispositivos como graficadores o para establecer comunicaciones.
- Disco duro de 20 MB o más capacidad.
- Unidad de "floppy disk" 360 KB de almacenaje.

- Monitor de color de alta resolución (mínimo de - 640 x 200 puntos).
- Impresora matricial de velocidad media bidireccional y selección de atributos por programa.
- Opcionalmente, graficador de 7 plumas.
- Tarjeta adaptadora para comunicaciones en redes locales (LAN).
- Modem para comunicación remota.

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. CAMPOS SANTILLAN, T. 1964. "Procesamiento de Datos de Campo del Inventario Forestal Nacional". INIF. México, D. F. Bol. Div. No. 10. 23 p.
2. CUANALO DE LA CERDA, J. 1974. "Procesamiento Electrónico de los Datos del Inventario Forestal Continuo" in Tercera Reunión Nacional sobre Inventario Forestal Continuo. SFF-SAG-INF. México, D. F. 14 p.
3. DIR. GRAL. DEL INV. NAL. FTAL. 1969. "Inventario Forestal de la Zona F. Carrillo Puerto-Chunjujub, Q. Roo". SFF-SAG. México, D. F. Pub. No. 12. 46 p.
4. HAM TRUJILLO, J & BARBOSA LOPEZ, V. C. 1984. "Procesamiento Electrónico de la Información del IFC Utilizando Modelos Matemáticos" in Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales. INIF. México, D. F. Pub. Esp. No. 45. P. 458 - 467.
5. HUSCH, B. 1971. "Planificación de un Inventario Forestal". Estudios de Silvicultura y Productos Forestales No. 17. FAO. Roma. 135 p.
6. JUAREZ CASTILLO, S., VILLA SALAS, A.B., QUINTANA MORALES, E. & AVILA ROJAS, H. 1965. "Procesamiento y Resultados sobre Incremento de Pino para el Estudio de Durango" in Inventario Forestal Nacional de México, Vol. 2. FAO-SAG-INF. México, D. F. P. 51-66.
7. SAG-SFF-DIR. GRAL. DEL INV. NAL. FTAL. 1976. "Inventario Forestal del Estado de Chiapas" - INIF. México, D. F. Pub. No. 34. 85 p.
8. SARH. 1985. "Inventario Forestal del Estado de Campeche". INIF. México, D. F. Pub. Esp. No. 56 90 p.
9. SARH. 1985. "Inventario Forestal del Estado de Tabasco". INIF. México, D. F. Pub. Esp. No. 54 86 p.
10. SARH. 1985. "Inventario Forestal del Estado de Yucatán". INIF. México, D. F. Pub. Esp. No. 55 95 p.
11. SFF-SARH. 1981. "Memoria de la Séptima Convención Forestal del Sureste y Resumen de las seis anteriores". México, D. F. 460 p.

12. SIERRA PINEDA, A. 1963. "Registro de los Datos de Campo del Inventario Forestal Nacional en Tarjetas Especiales para el Uso Directo de las Máquinas Electrónicas de Cálculo". INIF. - México, D. F. Vol. Div. No. 9. 13 p.
13. VARELA HERNANDEZ, S. 1980. "Sistemas de Procesamiento de Datos para Inventarios Forestales en México" in Arid Land Resource Inventories: Developing Cost-Efficient Methods. U.S.D.A. - Forest Service, Gen. Tech. Report WO-28. P 504-514.
14. VAZQUEZ SOTO, J. & LOPEZ SUAREZ, A. 1965. - "Informe Preliminar del Inventario Piloto en Bosque Tropical" in Inventario Forestal Nacional de México. Vol. II. FAO-SAG-INIF. México, D. F. P 195-237.
15. VERUETTE FUENTES, J. 1984. "Desarrollo Histórico de los Inventarios Forestales en México" in Encuentro Nacional sobre Inventarios Forestales. INIF. México, D. F. Pub. Esp. No. 45 - p. 3-12.

**INVENTARIO DE RECURSOS**  
**RELATORIA DE LA SESION TECNICA GRUPO B**

**MODERADOR:** Sr. Gyde H. Lund

**RELATOR:** Ing. Bernard Herrera Herrera

**GENERALIDADES.**

Del total de 8 ponencias programadas, tres de --  
éllas fueron presentadas solo en un resumen por la  
ausencia de sus respectivos autores. Las cinco --  
restantes fueron presentadas al auditorio con la --  
permuta de la ponencia "Técnicas para Evaluar el --  
Crecimiento de los Bosques Tropicales de Campeche,  
México del Ing. Cedeño Sánchez y Bertoni Vega; por  
la ponencia "Desarrollo Histórico de los Inventarios  
Forestales en el Trópico Mexicano" del Ing. --  
Villarreal Cantón Raúl.

**PONENCIAS.**

1. La ponencia "Un Análisis de la Regeneración del  
Bosque Basado en un Inventario del Trópico Hú--  
medo del Dr. Froylan Castañeda, Leída solo en --  
su resumen, enfatizó una metodología para cuan--  
tificar la regeneración natural en las selvas --  
de Honduras, aportando como resultado su proce--  
so de campo y datos obtenidos.
2. El trabajo "Problemas y Soluciones en la Medi--  
ción del Crecimiento y Cosecha en Bosques Húme--  
dos Tropicales" expuesto por su autor Dr. M.S.  
Philip, expuso su método de medición y predic--  
ción del crecimiento a través de las etapas de  
captura de datos, clasificación de modelos de --  
crecimiento y la propia valoración de este cre--  
cimiento y los modelos empleados. Concluye en  
que los problemas inherentes pueden ser resuel--  
tos mediante estrategias para considerar las po--  
líticas de desarrollo y el nivel de relaciones  
profesionales; así como con el aporte de progra--  
mas efectivos que consideren necesidades en cam--  
po y gabinete.
3. "Desarrollo Histórico de los Inventarios Fores--  
tales en el Trópico Mexicano" presentada por su  
autor Ing. Raúl Villarreal Cantón expuso ampli--  
os antecedentes sobre el proceso evolutivo de --  
los Inventarios Forestales en México, haciendo  
énfasis de las aplicaciones hechas en las sel--  
vas y vegetación tropical y señalando etapas --  
que se consideran decisivas y el desarrollo y --  
de las propias técnicas y métodos hasta hoy --  
empleados.
4. "Comparación de Métodos para Calcular el Incre--  
mento en Volumen para Remediciones de Muestreo  
Lineal Horizontal" de Yong - Chi Yang, leída --  
solo en su resumen, consideró 5 diferentes méto--  
dos basados en la clasificación del arbolado y  
sus diferencias en las estimaciones del creci--  
miento, estableciendo como testigos a 4 grupos  
de especies.
5. "Un Sistema de Muestreo para Determinar Leña --  
Combustible de la Familia Combretaceae en el --  
Bosque Nacional de Gnenselbodi Niger" del Sr.  
James Alegría et. al, leída solo en resumen --  
expone un pequeño trabajo realizado en una por--  
ción de Africa y que desarrolla una metodología  
de inventario para cuantificar la leña combus--  
tible económicamente explotable de 3 diferentes  
especies.
6. "Aplicación de Sensores Remotos para el Manejo  
de Leña Combustible en Hawaii" del Dr. Timothy  
G. O'KEEFE, leída por su autor expone un pro--  
yecto en etapa preliminar en donde a nivel de --  
laboratorio y mediante sensores remotos se ana--  
liza la posibilidad de localizar la cantidad y  
calidad de madera que puede ser destinada a --  
leña combustible. El trabajo considera áreas  
inaccesibles, alto costo de los procedimientos  
actuales y técnicas de campo y busca mejorar --  
los sistemas de manejo con estos propósitos y  
la obtención de leña.
7. Inventario Canadiense de Biomasa: Conceptos que  
deben estudiarse para inventarios de leña com--  
bustible"; leída por su autor Dr. G.M. Bonnor,  
presenta las modificaciones necesarias de hacer  
en un inventario forestal maderero a fin de lle--  
gar a cuantificar la biomasa y con élllo estimar  
las posibilidades de leña combustible. El pro--  
cedimiento consiste en desarrollar ecuaciones --  
de biomasa y reemplazarlas en las utilizadas pa--  
ra cuantificar volumen maderero; llega a obte--  
ner ecuaciones para diferentes partes del árbol  
(parte alta, ramas y follaje) y una ecuación --  
general que suma componentes. Recomienda desa--  
rrollar ecuaciones para otras especies y arbola--  
do no comercial o muy pequeña.
8. "Procesamiento de Datos en Inventarios Foresta--  
les Tropicales" leída por su autor Act. Veróni--  
ca C. Barbosa L. presentó los antecedentes en --  
cuanto a procesamiento de datos en los inventa--  
rios forestales en México y la evaluación de --  
los mismos. Analiza los aspectos relevantes --  
del proceso y describe cada una de sus fases.  
Establece requerimientos y la necesidad de --  
ampliar el uso de esta herramienta.

**MESA REDONDA.**

En esta parte de la sesión se tuvieron 3 preguntas:

1. Al Dr. M.S. Philip. de Michael Buck.

¿Usted considera que sea posible que un limita--  
do número de plantas de crecimiento permanente  
y la alta densidad de especies en el trópico --  
húmedo, permitan obtener una adecuada muestra --  
para proyecciones de crecimiento en una especie  
por especie básica?

R= No se tiene nada establecido, puede ser va--  
riable dependiendo del tipo de madera.



P= ¿Con qué frecuencia es recomendable remedir?

R= No se tiene nada establecido, puede ser variable dependiendo del tipo de madera.

2. Al Dr. G.M. Bonnor de Ing. Candelario Izaguirre

P= Me gustaría explicara un poco más acerca de la evaluación de la masa para combustible, ya que en el trópico mexicano existe gran cantidad de desperdicio que podría ser utilizado para leña o carbón y no existe conocimiento exacto del porcentaje de desperdicio.

R= Es difícil dar cifras exactas, creo se necesita más información, desconosco este tipo de bosque.

P= ¿Las variaciones de desperdicio pueden ser significativas según el tipo de producto?

R= Sería necesario tener una diversidad de ecuaciones según cada producto todo es aproximado y se trata de tener una idea global.

3. Al Dr. Timothy G. de Refugio Rivera Leyva.

P= ¿Cuál es la media de los diámetros que alcanza la vegetación cuando se realizan los cortes o cosechas de las parcelas?

P= ¿Utiliza algún tratamiento para acelerar la regeneración de la vegetación después de cada corte y cuáles son?

R= Para ambas preguntas, el trabajo expuesto - está aún al nivel de laboratorio en base a sensores remotos; falta aún la información de campo.

CONSIDERACIONES ECONOMICAS PARA LA EVALUACION DE  
RECURSOS EN BOSQUES TROPICALES 1/

DR. MIGUEL CABALLERO DELOYA 2/

---

Abstract.- Tropical forests provide numerous goods and services. Resource Inventories must be in congruence with expected use of the forests. Congruence must be in three dimensions: economic, methodologic and time. Previous to Inventory, governments should elaborate a Master National Plan for land use. Strong Provisions (including International cooperation) should be taken to effectively implement this plan.

Resumen: Los bosques tropicales aportan numerosos bienes y servicios. Los inventarios forestales deben estar en congruencia económica, metodológica y de tiempo con el uso esperado del recurso. Con anterioridad al inventario, los gobiernos deben elaborar el Plan Maestro de uso del Suelo. Deben tomarse las provisiones (incluyendo la cooperación internacional) para la efectiva implementación del plan.

---

(I) Bienes y Servicios que aporta el Bosque Tropical.

Cualquier sistema de evaluación de recursos naturales debe ser congruente con la utilidad y los beneficios que se esperan de esos recursos. A diferencia de los bosques de climas templado y frío, donde los patrones de utilización son definidos, en el caso de los bosques tropicales, dichos patrones no están tan claramente establecidos.

Desde el punto de vista financiero, los bosques tropicales -salvo en casos aislados- no han demostrado ser enteramente rentables. Su valor ha dependido -- tradicionalmente, de la frecuencia de las especies preciosas. Vistos, desde otra perspectiva, se reconoce ampliamente el valor y la utilidad que reportan esos bosques sobre la fauna silvestre, la conservación de las especies vegetales, sobre el régimen hidrológico, sobre el clima, etc., Pero estos bienes y servicios carecen de mercado y no pueden ser satisfactoriamente evaluados en términos monetarios.

Tratando de glosar brevemente los beneficios que reporta el bosque tropical, se pueden resumir los siguientes:

1/Documento presentado en la Conferencia de Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo. (Chetumal, Q.R. México, Enero 25-31, 1987).

2/Vocal Secretario Forestal.-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) SARH. México, D.F.

- a) Producción: Madera, alimentos (animales y vegetales); productos vegetales y animales con valor industrial, ornamental, artesanal y en la farmacopea; minerales.
- b) Protección: al agua, al suelo, al clima; a las especies vegetales y animales, etc.
- c) Escénico: zonas de recreación.
- d) Otros: Asentamientos urbanos; áreas de estudio e investigación, etc.

Considerando la amplia gama de beneficios que teóricamente aportan los bosques tropicales, es evidente la importancia de definir objetivos de producción y hacer una justa jerarquización de éstos, como una actividad fundamental, previa a la conducción de los inventarios forestales.

(II) Congruencia entre Inventario y Objetivos de Producción.

El inventario forestal debe concebirse como una herramienta indispensable para el óptimo aprovechamiento del recurso natural. La información cualitativa y cuantitativa que aporta aquel es fundamental para la toma de decisiones en cuanto al uso más adecuado que se le puede dar al bosque. Por este motivo, debe haber plena congruencia entre las técnicas y metodologías empleadas en el inventario y el uso esperado del recurso. Esta congruencia debe darse en tres dimensiones:

- (a) Económica
- (b) Metodológica
- (c) Tiempo

En el primer caso, el costo del inventario debe estar en absoluta concordancia con las expectativas de producción y la rentabilidad esperada del recurso. Sobre el particular, el responsable de la evaluación debe tener muy claro, que el empresario está dispuesto a invertir, en el proceso de medición, solamente una proporción razonable de las utilidades futuras. Ello implica, categóricamente que un inventario costoso es totalmente incompatible con un tipo de bosque cuyo valor actual y sus expectativas futuras de rentabilidad son limitados. Estos conceptos son particularmente importantes en el caso de los bosques tropicales, que solamente en contadas excepciones tienen un alto valor comercial \*/

La congruencia metodológica se refiere a la compatibilidad que debe existir entre las metodologías, criterios de medición e instrumental empleado, con la naturaleza y tipo de resultados esperados. Este ha sido un punto especialmente importante dentro de los inventarios forestales efectuados en el pasado de México. Frecuentemente se han realizado inventarios en los cuales se ha obtenido bastante mayor información de la realmente utilizada, o ésta ha alcanzado un mayor nivel de precisión del requerido. La implicación de esto es la innecesaria erogación de recursos financieros adicionales en los inventarios. Sin embargo, cabe aclarar que el fenómeno inverso, esto es, la conducción de inventarios que reflejan un menor nivel de calidad al requerido o con información insuficiente según las necesidades, también ha ocurrido en el pasado, aunque quizás con menor frecuencia en años recientes.

La congruencia en tiempo es un problema al cual no se le ha asignado debida importancia en muchos países. Un tipo de conflicto que se presenta en estos casos, ocurre cuando se recurre a resultados obsoletos de un inventario forestal para planear su utilización presente y futura. Los riesgos en este sentido, están en función de la dinámica de cambio que experimenten los bosques.

\*/Resultado de la gran diversidad biológica, que crea una compleja heterogeneidad tecnológica, así como el desconocimiento que existe sobre la utilización de la mayoría de las especies forestales tropicales.

### (III) Aspectos económicos a considerar en la Evaluación.

Un problema importante que confronta al responsable de un inventario forestal, es la definición presupuestal. El poder concretar el presupuesto justo, necesario para conducir el tipo de inventario que arroje la información estrictamente requerida, en términos cuantitativos y cualitativos, no es una tarea fácil. Algunas de las variables que deben analizarse de tenidamente en el proceso de planeación presupuestal son:

- (a) Objetivos del inventario
- (b) Nivel deseado de precisión
- (c) Naturaleza y características del recurso a evaluar.
- (d) Infraestructura existente
- (e) Recursos Humanos y materiales disponibles.
- (f) Accesibilidad a tecnologías modernas.

Los objetivos del inventario conducen a la definición del tipo y cantidad de información a obtener. Esto impacta directamente en los costos globales de la evaluación.

El nivel de precisión está relacionado entre otras variables, con el tamaño de la muestra, lo que a su vez se traduce en costos.

Las características del bosque a evaluar impactan de una manera u otra en los costos del inventario. Algunos factores que aumentan el costo del inventario son: inaccesibilidad; topografía; drenaje deficiente (en época de lluvias); densidad de la masa; abundancia de vegetación arbustiva y herbácea, etc.

La existencia de una adecuada infraestructura, particularmente a base de una buena red de caminos, incide en una reducción en los costos de los trabajos de campo del inventario. Considerando que generalmente son las actividades de campo la fase más costosa del inventario forestal, la disponibilidad de suficientes caminos en buen estado, puede tener repercusión de importancia en los costos globales del proceso de evaluación.

El recurso humano constituye otro importante componente del costo total del inventario. Si la organización responsable de la evaluación cuenta con personal que pueda realizar eficientemente algunas de las labores del inventario, puede lograrse una importante economía en este proceso. Por otro lado, el responsable de estos trabajos, debe estar consciente de los



riesgos que implica contratar personal que carezca del nivel de capacitación o experiencia requerido como parte de una estrategia de ahorro.

Si los responsables del inventario tienen acceso a la tecnología moderna en la materia, se pueden alcanzar importantes ventajas en términos económicos, en tiempo y en precisión. Tal es el caso del empleo de sistemas de teledetección, de imágenes de satélite y de sistemas cartográficos y fotográficos digitalizados.

Algunos errores frecuentes con implicaciones económicas que se cometen al realizar inventarios de bosques tropicales son los siguientes:

- Costosas evaluaciones de masas arboladas tropicales que poco tiempo después son desmontadas como resultado de un proceso de cambio de uso del suelo.
- Evaluaciones de especies arbóreas o arbustivas, cuyos resultados nunca se llegan a utilizar.
- Mediciones y análisis que se hacen de cada uno de los sujetos y de otros elementos que integran la muestra, las que sin embargo, posteriormente carecen de aplicación.
- Algunos aspectos especialmente relevantes que inciden en los altos costos de los inventarios forestales tropicales en el Mundo son:
  - (a) Escasas alternativas y procedimientos que sean a la vez económicos y precisos, para cuantificar el recurso.
  - (b) Poca divulgación de técnicas y procedimientos que reúnan las características arriba citadas.
  - (c) Limitado número de expertos sobre la materia, disponibles en el mundo.
  - (d) El personal responsable de la conducción de los inventarios muestra limitada capacitación, y ésta frecuentemente se apoya en experiencias derivadas y obtenidas en bosques bajo condiciones templadas y boreales.

#### (IV) Problemas y Limitantes en la Actualidad.

Como se expresó, la planeación del inventario depende del uso que se pretende dar al recurso arbolado. Sin embargo, la definición de dicho uso, en el caso de bosques cálido-húmedos, ha constituido uno de los problemas más complejos. El futuro de las tierras tropicales es hoy, un asunto sumamente controvertido.

La indefinición sobre el uso de los suelos forestales tropicales se asocia con la ausencia de Planes Nacionales a medio y largo plazos, para el Uso de las Tierras Tropicales en la mayoría de los países que cuentan con este recurso. Sin embargo, la existencia de un Plan de esa naturaleza, de ninguna manera, garantiza su aplicación. De hecho el uso actual de las tierras tropicales es el resultado, entre otras variables, de presiones sociales, (campesinos marginales que desmontan los bosques con fines de producción agrícola o pecuaria), de políticas cambiantes y de otras circunstancias difícilmente predecibles o controlables.

El hecho de que, tradicionalmente, el campesino tiende a desmontar la vegetación natural del bosque tropical para tratar de obtener subsecuentemente cosechas agrícolas o pecuarias, es un problema que puede generalizarse a la gran mayoría de las tierras tropicales del Mundo. Este fenómeno se atribuye al escaso valor económico de los productos naturales que generan tales bosques y a las intrínsecas dificultades involucradas en el proceso de aprovechamiento, extracción y comercialización de la madera.

Sin embargo, este cambio, de uso de la tierra no siempre resulta exitoso. Frecuentemente, la producción agrícola o forrajera en un mismo terreno, declina, al grado de volverse incosteable al cabo de algunos años. A esto se debe el "nomadismo" entre quienes aplican el proceso de "roza, tumba, quema". Como una de las alternativas de solución a este problema, ha adquirido importancia creciente en años recientes, la agrosilvicultura. Este sistema de uso del suelo, que compatibiliza las prácticas agrícolas, pecuarias y forestales sobre una misma unidad de producción, permite alcanzar rendimientos satisfactorios de productos combinados, y hacer posible no sólo la conservación de la productividad de las tierras tropicales, sino aún más su enriquecimiento (FAO [c], 1985).

La agrosilvicultura está lejos de ser la panacea para resolver la compleja problemática de las tierras tropicales, pero es indudable que constituye una promisorio alternativa en muchos casos.

#### (V) Horizonte Futuro y Perspectivas

Los bosques tropicales húmedos del Mundo están seriamente amenazados. Su ritmo de desaparición a través de los últimos años crea serias dudas en cuanto a su permanencia futura. Se estima que alrededor de 11.3 millones de ha. de bosques de frondosas tropicales son desmontadas anualmente de su vegetación natural, para dedicar el suelo a la producción agrícola y/o pecuaria (FAO, 1982), o bien para la extracción de madera para su empleo como combustible. En menor grado, los desmontes responden a procesos de urbanización, extracción mineral o establecimiento de industrias. Esto ocurre ante la ausencia de un auténtico Plan Nacional de Uso de la Tierra a largo plazo en la gran mayoría de las naciones tropicales.

La incertidumbre en torno al uso futuro de los bosques tropicales crea numerosos conflictos en la planeación y conducción de los inventarios forestales. Se advierte pues, como una actividad prioritaria e inaplazable, la elaboración y posterior aplicación, de un plan a mediano y largo plazos, para el uso de las tierras tropicales en todos los países dotados de este recurso. Evidentemente, dicho plan solamente puede tener éxito si se conserva ajeno y a prueba de presiones por grupos sociales o de efectos motivados por cuestiones políticas.

La elaboración de un plan nacional de uso del suelo implica una definición muy precisa y clara por parte de una nación, de las tierras asignadas a la producción agropecuaria y forestal en los años venideros. Los servicios Forestales de los países en proceso de desarrollo, deben tener objetivos definidos, prácticos y bien entendidos, así como políticas ligadas a los objetivos económicos nacionales. Estos objetivos deben basarse en información razonablemente precisa del recurso forestal, de la cual se carece en muchos países (Sommer, 1976).

Otro aspecto relevante que es preciso destacar es la necesidad de contar con información sobre la naturaleza, las características y la estructura de los recursos tropicales en el Mundo (FAO, 1982 p. 40). La ausencia de esta información ha limitado y en varios casos ha cancelado la oportunidad de establecer planes de manejo y en consecuencia una mayor derrama económica de las tierras tropicales a las comunidades rurales. Considerando la dinámica que experimentan los bosques cálido-húmedos, se ha constituido en otra acción prioritaria, el disponer de un sistema de información periódico y actualizado, que registre los cambios que ocurren en los ecosistemas tropicales. Esto implica la adopción de sistemas modernos y eficientes de Inventario

forestal continuo (IFC). A la fecha existen ya experiencias valiosas sobre el empleo de estas técnicas en países con bosques cálido-húmedos, como son Malasia, Ghana, Nigeria y Uganda (Neil, 1986), en base al empleo de procedimientos orientados al establecimiento de parcelas permanentes para este tipo específico de bosques (Synnott, 1979).

Se ha estimado que unos 2000 millones de personas viven en la región tropical del Mundo. La población aumenta a una tasa media anual del 2.6 por ciento. El crecimiento demográfico está presionando para destinar las tierras forestales a la agricultura (FAO [a], 1985).

La supervivencia futura de los bosques de frondosas tropicales depende de las acciones y decisiones que adopte el Mundo hoy. Los planificadores y administradores de los Gobiernos de los países tropicales confrontan actualmente, una gran responsabilidad. Pero para ello, requieren de valiosa información, derivada de evaluaciones periódicas y continuas, así como de estudios de seguimiento que permitan registrar las perturbaciones y alteraciones que se produzcan, tanto en los recursos forestales como en las poblaciones inmediatas, para el ulterior análisis de sus interrelaciones y de los factores que los originan. (FAO, 1983).

Con el objeto de coadyuvar a encontrar soluciones a la problemática de la destrucción de los bosques tropicales, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, ha elaborado, para su aplicación por parte de las naciones involucradas, un Programa de Acción Forestal en los Trópicos. Uno de los principios que constituyen el marco conceptual en que se concibe el programa de acción enfatiza "la necesidad de evaluar las tierras forestales", determinar diversos usos de las tierras y establecer planes para una mejor ordenación de los bosques así delimitados (FAO [b], 1985, p. 21).

Solamente mediante una auténtica colaboración internacional concertada, basada en un genuino interés por parte de los Gobiernos y sociedades de las naciones tropicales, por conservar y utilizar racionalmente sus recursos naturales, se podrá detener la creciente destrucción de los bosques tropicales. Estos ofrecen hoy, ilimitadas posibilidades de desarrollo para el futuro. Pero para lograrlo, se requiere aún un largo proceso de desarrollo tecnológico, como resultante de la investigación y la experimentación. En todo este proceso, los inventarios forestales deberán jugar un importante papel, aportando información confiable, actualizada y valiosa.

## LITERATURA CITADA

- FAO. Los Recursos Forestales Tropicales  
Roma 1982, 113 p.
- FAO. Conservación y Desarrollo de los  
Recursos Forestales Tropicales.  
Roma. 1983. 134 p.
- FAO.(a) Comité de Desarrollo Forestal en  
los Trópicos. Informe de la Sépti-  
ma Reunión. Roma. 1985. 39 p.
- FAO (b) Programa de Acción Forestal en  
los Trópicos. Comité de Desarro-  
llo Forestal en los Trópicos.  
Roma. 1985. 177 p.
- FAO (c) Tree Growing by Rural People.  
Forestry Paper 64. Roma. 1985.  
130 p.
- Neil, P.E. Problems and Opportunities in  
Tropical Rain-Forest Management.  
C.F.I. Occasional Papers. N°16.  
Departament of Forestry.  
Commonwealth Forestry Institute.  
University of Oxford. 1986. 126 p.
- Sommer, A. Attemp at an assessment of the  
world's. T.M.F.  
Unasyuva 28. 1976.
- Synnott, T.J. A Manual of Permanent Plot  
Procedures for Tropical Rainforests  
Commonwealth Forestry Institute.  
University of Oxford. Tropical  
Forestry Papers N°14. 67 p.



# Land Evaluation for Forest Resources Development Planning at National Level

K.D. Singh  
Senior Forestry Officer  
Forest Resources Assessment and Monitoring  
Forestry Department, FAO, Rome

---

**Abstract:** The paper first presents land evaluation procedures developed by FAO and then describes their potential applications to forestry land use planning. The techniques will be found applicable to most forest land use planning situations dealing with choices among kinds and intensity of land use or relating to different levels of planning.

The FAO land evaluation techniques give a balanced emphasis to different aspects of land use viz. physical, economic, social and environmental. Thus they could serve as important tools of modern national planning in the developing countries, which view development as a system process involving changes in all aspects of human life.

---

## 1. Introduction

Land is a basic natural resource whose proper management has profound significance for the well being of a nation. From a study of historical data Jocoby (1971) concludes that the relationship of man and land is one of those fundamental issues of life which largely determine the course of economic and political development of a country and shape the destiny of its people.

Land evaluation techniques provide a systematic framework for organizing the man-land relation on a factual basis and thus constitute an important tool of national planning. Some typical questions which they answer are :

- How is the land being currently managed, what will happen if the present trends continue?
- What changes in use, or improvements in management practices, are possible?
- For any such changes in use of management, and on each type of land:
  - What are the estimated benefits in production or services from each change?
  - What possible adverse effects might occur?
  - What inputs, capital and labour, are necessary?
  - What is the best multiple use forest management, to achieve the desired balance of inputs, production and conservation?

Land evaluation is mainly concerned with identifying possible changes in land use or management, so as to meet national or local needs, and in estimating the consequences of these changes. It does not take decision for the user, whether land use planner or forest manager.

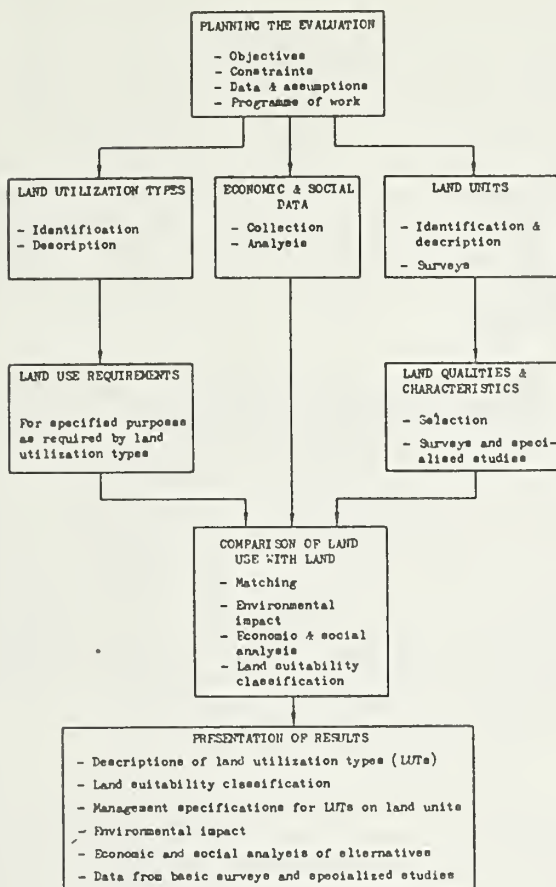
## 2. Description of land evaluation procedures

FAO activities on land evaluation began in the early 1970s. Contributions were brought together in a series of meetings starting in 1973, culminating in the publication of the Framework for Land Evaluation in 1976.

Experience in using the Framework in field projects and training courses showed that, although it provided a comprehensive coverage of the basic concepts, substantially more detail was required for specific evaluations. This led to the preparation of more specific guidelines, for example, one on rainfed and irrigated agriculture and one on forestry which was published in 1984. The following description of the procedures is based on FAO Forestry Paper No.48 : Land Evaluation for Forestry.

Figure 1 presents a synoptic view of land evaluation procedures. These commence with planning the evaluation, based on discussions between those who requested the evaluation and those responsible for implementing it. The first need is to clarify the objectives of the evaluation: the needs of the people that are to be fulfilled, policy aspects and so the kinds of land use which are relevant for consideration - timber plantations, recreation forestry, forestry for watershed management, etc. At the same time any constraints to land use changes are ascertained, e.g. that existing users of land may not be resettled. The organization responsible for the survey then conducts a rapid review of the physical, economic and social context of the area, and the kinds of data available, e.g. soil surveys, silvicultural studies. This leads to the programme of work, covering specifications of the results, information needed, surveys and studies required, staff, timing, and an estimate of cost. Final approval for carrying out the evaluation may be delayed until this point.

Figure 1  
Outline of Procedure in Land Evaluation



Three sets of field activities are then set in motion: studies of land utilization types, surveys of land units, and collection of economic and social data.

The studies of land utilization types commence with basic descriptions of each alternative (e.g. plantation or natural forest management or complete protection) and first estimates of required inputs and expected outputs. As the survey progresses, these descriptions are amplified and refined to provide information on the results from the evaluation.

Following on from the description of land utilization types comes determination of their land use requirements. These are the sets of conditions needed for the successful operation of the land utilization type; examples are the growth requirements of possible tree species, or terrain conditions favourable to alternative methods of harvesting. They include also the conservation requirements, the conditions necessary to avoid soil erosion, adverse effects on water flow regime, or other undesirable environmental changes. From this review of land

use requirements we learn what kinds of land will be best suited to each possible use.

Parallel with the above, surveys and specialised studies of land units are started. The purpose of these is to provide a mapped basis of relatively homogeneous areas of land, to which suitability for use will be related. The kind of land units chosen will vary with the objectives, ranging from forest types or land systems in a survey at national level, to site classes, soil series, land facets or other more specific mapping units in detailed surveys for forest management planning.

The third set of basic studies is the collection of economic and social data needed for analysis of alternatives. Like the basic surveys of physical data this is a time-consuming activity and so needs to be started early on. Besides its use later on in the procedures, there is an early need for such information in working out details of the land utilization types.

As the land units are surveyed, some of their land qualities and characteristics will have been determined: for example, slope angle may be employed as a basis for defining land units and is also one of the properties of those units. Other land characteristics may need to be surveyed after the initial mapping, particularly if the land units have been taken from an existing survey.

Now comes the critical stage of land evaluation, the comparison of land use with land. At this point the requirements of each of the defined land utilization types are known, and so are the relevant features of climate, slope, soils, etc., for each of the land units. The first stage of comparison is called matching, in which these two sets of data are combined. This is initially done by assigning factor ratings which indicate partial suitabilities based on each land quality considered: moisture requirements compared with moisture availability, requirements for erosion avoidance as compared with erosion susceptibility of the land, and similarly. The separate ratings are then combined to give a first approximation of the land suitability classes.

These provisional suitabilities are then analysed with respect to their environmental impact, economic consequences and social consequences. Environmental impact will already have been taken into account in land use requirements and matching, but an overall review is conducted at this stage as an added precaution. The nature and amount of economic analysis will vary considerably with the purpose of the survey, ranging from a strategic review in resource inventories for national planning purposes to detailed analysis of costs and returns wherever investment is intended to follow. Social analysis of proposed changes should always be conducted: it covers such aspects as whether the changes will fulfil needs, whether they will prove acceptable, and if any indirect economic and social consequences will occur, e.g. reduction in the area of industrial forest land.

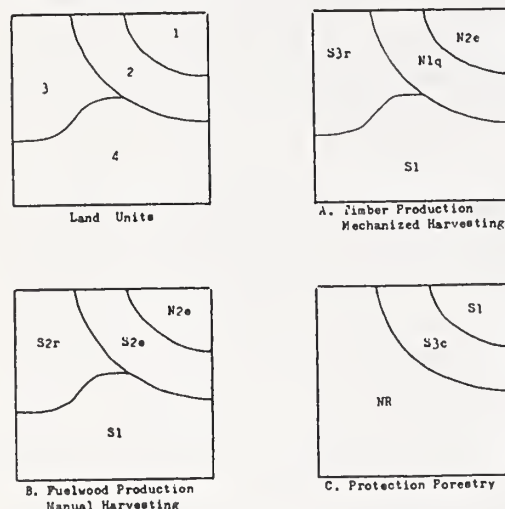


After the provisional suitabilities have been analysed by these further means, the final land suitability classification is drawn up. This shows the suitabilities of each alternative kind of land use on each area of land.

The final stage is that of presentation of results. These include details of the land utilization types, together with land suitability maps (cf. Figure 2). Comparison of requirements of land use with properties of the land will have led to management specifications being drawn up; for example, which establishment methods are best for each type of land, for each use on each relevant land unit. An analysis of the environmental impact of the possible changes is given, together with the results of the economic and social analysis. Finally, there will usually be data from basic surveys and specialized studies, e.g. of climate, vegetation, and economic information, which is placed on record for future use.

Figure 2: Examples of land suitability maps

(a) Suitability maps for individual uses



(b) Combined tabular legend.

LAND UNIT	LAND UTILIZATION TYPE		
	A. TIMBER	B. FUELWOOD	C. PROTECTION
1	N2e	N2e	S1
2	N1q	S2e	S3c
3	S3r	S2r	NR
4	S1	S1	NR

Land suitability subcode symbols: c = need for conservation, e = erosion hazard, q = conditions for mechanization, r = rooting conditions.

The end-product of a land evaluation survey is not a land use or management plan. Rather, it provides information on the consequences of several alternative kinds of land use, as applied to different mapped parts of the study area. For example, in a survey for the siting of plantations, the evaluation will indicate which

are the best sites and which are relatively favourable from a land suitability viewpoint, as well as areas on which plantations should certainly not be raised. Except in broad reconnaissance surveys, estimates of costs and timber yields will be given. But the planning decision on whether to go ahead or not with a plantation project is certainly based on considerations beyond those of land evaluation, whilst even the matter of location may be influenced by such external considerations. The same applies in a survey intended for a forest management plan; evaluation provides considerable information on which to base such a plan, consisting of alternatives and their predicted consequences, but the actual management planning forms a later stage in the process of land development.

### 3. Applications of land evaluation procedures to forestry land use planning

National Planning is a continuous process which involves setting of goals and making of decisions about alternative ways of using available resources to achieve those goals. With particular reference to developing countries FAO study (1985) notes that the "national planning process is fast changing in keeping with the emerging new needs, issues, goals and realities of planning development. This is also inevitably becoming reflected in the strategies, organizational forms and management styles of planning in individual sectors of activity".

With reference to forestry FAO study (1986) remarks that "the new dimensions in planning in the developing countries are represented by the need to integrate forestry with land use planning, to accord importance to environmental and social functions of forests and generally to dovetail forest planning at all levels with planning for the other sectors of the economy like agriculture, industry and infrastructure. Forestry planning can no longer tend to remain "aloof" and done in "ivory towers". The forester is suffering from excessive isolation. This state of affairs needs to be improved by bringing about an interactive type of planning in which he will be enabled to work with other disciplines. In keeping with the changing developmental trends observable in the countries, an increasingly decentralised approach to planning and decision-making is called for. This underlines the need for looking at forestry planning in a multi-level planning framework and in a multi-disciplinary perspective."

Land evaluation techniques are applicable in the following two landuse planning situations (Hamilton 1981):

- An area of land in hand, how best to use it?
- A kind of land use in mind, where best to do it.

The first question (viz. what landuse?) involves making a choice either between two sectors or within a sector. The second question (i.e. where?) relates to the spatial organization of a given land use.



Table 1 gives examples of combination between type of land use and level of planning decisions. In conducting a land evaluation it may be helpful to identify where the objectives lie in relation to this matrix.

Table 1  
Examples of land use planning decisions in forestry

LEVELS OF PLANNING	TYPE OF DECISION		
	Kinds of land use	Kinds of forest use	Kinds of forest management
National/Provin-	Conversion of forest to agriculture, non-forest uses to forest, National parks.	Forestry for production, protection, recreation etc. Catchment protection zones	Forest management policy
District Project	Conversion of forest to agriculture or non forest uses to forest. Establishment of forest plantation allocation in multipurpose projects	Implementation of forest land allocation for production protection recreation, etc	Preparation of forest management plans
	W a t e r s h e d   m a n a g e m e n t		
Local	Adjust boundaries of forest reserve. Extend village forest area.	Local needs and their incorporation in forest management plans.	Implementation of forest management plans.

Some examples of typical studies on land use alternatives are given below:

- i. Which kind of land use? Frequently of critical importance in land use planning are decisions between forestry and other major kinds of land use. Such decisions include the conversion of forests to agriculture; the conversion of other uses of land to forestry, as in the establishment of forest plantations; and the allocation of land between different uses in multi-purpose land settlement,

development or watershed management projects.

- ii. Which kind of forestry? Before management can be planned, decisions need to be taken on the relative importance of the different multiple uses of forests. A basic choice is between forests intended first and foremost for timber production, and those in which conservation is the primary aim.
- iii. Which kind of forest management? Given the land that is to be under forest, and the kinds of products and other benefits expected from it, there are decisions on methods of forest management designed to achieve these aims.

Some examples of land use planning at various levels are as follows:

- (i) National or provincial level These are studies of whole countries, or the major regions or administrative divisions of larger countries. They may be the basis for decisions on allocation between major types of land use, e.g. transformation of forested land to agriculture, establishment of national parks, catchment protection zones; and also for establishing guidelines for different types of forestry, e.g. that land with certain slope classes should remain as protective forest.
- (ii) District or project level These are studies which cover smaller administrative divisions such as districts or countries, larger watersheds, or project areas. Objectives may include the location of land to be allocated to timber production, fuelwood production and conservation forestry; selecting the best available areas for establishment of forest plantation; coordinating future forest production in terms of space and time; or allocation of land between forestry, crop production and grazing in multi-purpose development projects.

- (iii) Local Level These are studies carried out for detailed management purposes, frequently of a compartment, the boundaries of which are already determined. Changes in kind of land use, between forest and non-forest, can also take place at this scale, e.g. to regularize and limit the extent of incursions, or to prepare a village land management plan.

There is an interaction between planning at different levels. On the one hand, strategic

guidelines at the national and provincial levels clearly provide a framework for district or project level planning, and similarly as from the district to the local levels. There is also a converse effect. Every decision taken at a local level, e.g. to expand or reduce the area of production forest, has a cumulative impact on the overall position. Proposed land use changes at any level of planning therefore need to be appraised in the light of their effects on the wider situation.

#### 4. Integration of land use planning with the national planning

The following discussions will focus on the national level forestry planning and elaborate the role of land evaluation at this planning level.

According to FAO (1986) the main objectives of forestry planning at the national level are:

- (i) To optimally satisfy the current and future national needs of major and minor forest products
- (ii) To ensure ecological balance in the development programmes by paying adequate attention to the preservation of flora and fauna and to the conservation of soil and water; and to integrate environmental concerns into development planning at all levels.
- (iii) To bestow special considerations on any particular aspects of forestry development for the country as a whole or for any specific geographic areas or target population group guided by national considerations of functional, social and/or spatial equity or efficiency.
- (iv) To harmonize forestry sectoral goals with that of other sectors in order to maximize national growth.

Nilsson (1985) recommends the following logical sequence of activities for formulating the national forestry plan :

- (i) Analysis of broad national objectives
- (ii) Analysis of (or formulation of) broad forestry objectives
- (iii) Formulation of provisional production objectives for forestry subsectors (subsistence forestry, industrial forestry, environmental forestry)
- (iv) Implementation of provisional production and consumption studies for sub-sectors
- (v) Analysis of main options with respect to
  - utilization of existing forests
  - creation of new forests
  - land utilization
- (vi) Identification of knowledge gaps, formulation and implementation of

- inventory and surveys
- (vii) Analysis and evaluation of alternatives
- (viii) Final decision making.

Nilsson (1985) considers production consumption studies mentioned above as important pre-requisites for the national forestry planning process and outlines procedures for this purpose by main forestry sub-sectors viz Subsistence Forestry, Environmental Forestry, Farm Forestry and Industrial Forestry. The author describes a computer based model (known as Area Production Model) for simulation of long term land use and forest resources development. The calculations are done in three phases: Phase I estimates future consumption; Phase II gives future forest production under alternative land and forest use assumptions and Phase III provides production consumption balances.

For modelling purposes Singh et al. (1974) recommend a system approach. They consider the national forestry system consisting of two components (or subsystems) : (i) cultural (man-related) and (ii) natural (land related) and define national development as a goal oriented dynamic systems process which aims to bring about a planned change ( $\Delta C$ ) in the current state of the cultural component (C) at the time (T) during a time-interval ( $\Delta T$ ) involving a corresponding change ( $\Delta N$ ) in the current state of the natural component (N) at that time (see Figure 3).

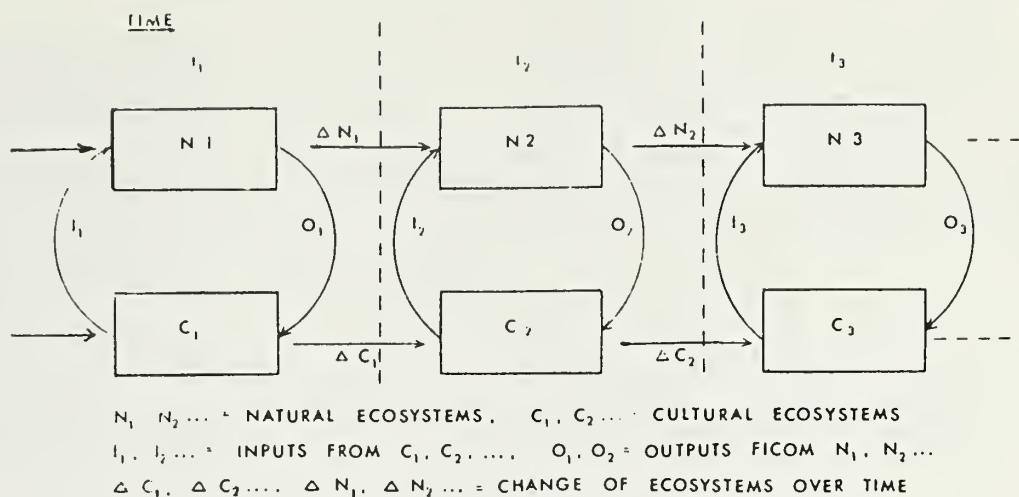
Important pre-requisites for national planning are availability of reliable statistical data and the knowledge of functional inter-relations between the variables C,  $\Delta C$ , N and  $\Delta N$ ; inputs (I) required to produce changes ( $\Delta N$ ) in the natural component and the output (O) for changing C by  $\Delta C$ . Study of these variables and their interactions, in fact, are the main concerns of land evaluation techniques.

The use of a system approach is expected to improve the planning process and make it more reliable and effective by answering some basic questions, such as the following:

1. Which product should be produced in what quantities?  
(choice of output)
2. Which of several feasible production process should be utilised? (choice of process). As mentioned earlier it is not only a question about choice of technology, but a possibility of modifying the social, political and economic environment (land reforms, taxation policy etc.) related to production.
3. What should be the input mix? There is certain interchangeability among basic inputs - land, labour and capital, especially between labour and capital. What is the appropriate choice for a country at a particular stage of development?



FIGURE 3 - MODEL OF AN INTEGRATED NATURAL AND CULTURAL ECOSYSTEM



Beek (1978) presents a conceptual framework for use of systems approach in land evaluation and observes that :

"The systematic breakdown of the land use system into measurable land qualities, land requirements, inputs and outputs is the foundation for a systems approach to land evaluation.

The questions asked of land evaluation essentially concern the prediction of physical inputs (I), outputs (Y), changes in the values of the land qualities (LQ), and possible other effects if a particular land unit (LU) were to be combined with a specific land utilization type (LUT): in other words, the prediction of the performance of LUS.

This requires first of all techniques for measuring the pertinent factors already mentioned: LQ, LR, I and Y. To be able to do this the relations that exist between them must be described, particularly the I/LQ, LQ/Y and I/Y relations.

The goal pursued by land evaluation is ultimately the optimal utilization of land. To reach the desired goal of land evaluation, systems analysis includes the application of optimization techniques in order to find the 'best' LQ, LR, I, Y combination, based on explicit land suitability criteria".

Quantified land evaluation procedures described by Lal (1985) and Singh (1985) are useful for improving the reliability of forest production forecasts used in model studies.

It is important to remember that social preferences for goods and services shift during the development process. Galbraith (1962) describes the process of national development as beads moved along a string. At each stage there is an appropriate policy for further advance. What is appropriate at one stage may be completely wrong at another. These observations are being made to emphasize the need for keeping an open mind and for making assumptions about land use alternatives on a factual or knowledge basis.

#### 4. Conclusions

The national planning in most developing countries, is essentially a post-war phenomenon. The original emphasis in planning was on achieving growth. However, it was soon found that the growth-oriented paradigm of planning did not result in percolation of benefits, but only accelerated the existing disparities in incomes and levels of living among peoples. The emphasis therefore has now shifted to issues relating to distributional equity. Thus changes in income distribution, employment, provision of basic minimum needs to the target groups and improvement of the quality of life, have now become important issues (FAO 1986).



Conyers et al. (1984) observe that development planning now includes a much wider-ranging activity, concerned with all aspects of social, economic, political and environmental change and overlapping into what is generally known as physical planning (or land use planning) an activity which, because of its different historical origins, has tended to be regarded as an entirely separate form of planning. However, the two categories of planning (viz. economic and physical or land use planning) should be seen not as separate activities but as part of an integrated process of planning development, and the various professional planners involved should all have a common understanding of the goals they are trying to achieve and the general role of planning in achieving those goals.

Earlier during the presentation it was mentioned that FAO land evaluation procedures include not only the physical aspects but incorporate economic, social and environmental components into the analysis. This way they constitute a valuable tool for integrating the land use planning with the national development planning.

#### Bibliography

Beek K.S., 1978 Land evaluation for agricultural development. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen, The Netherlands.

Conyers Diana and Hill Peter 1984 An introduction to development planning in the third world. John Willy & Sons, New York, USA.

FAO 1976 A framework for land evaluation. FAO soils Bulletin 32, Rome.

FAO 1984 Land evaluation for forestry. FAO Forestry Paper 48, Rome.

FAO 1985 Towards improved multilevel planning for agricultural and rural development in Asia and the Pacific. FAO Economic and Social Development Paper 52, Rome.

FAO 1986 Multilevel planning process for forestry development in Asia and the Pacific. A Forestry Paper under preparation, Rome.

Galbraith J.K., 1962 Economic Development in perspective. Cambridge, Mass. Harvard University Press, USA.

Hamilton L.S., 1981 Some unbiased thoughts on forest land use planning - from an ecological point of view (quoted in FAO 1984).

Jacoby E.H. and Jacoby C.F. 1971 Man and land: the fundamental issues in development. Andre Deutsch, London.

Lal R.B., 1985 Land evaluation for afforestation planning. PTAD (Programme for Training on Agricultural Development) Report (in draft form) FAO, Rome.

Nilsson N.E., 1985 National and subnational forest inventories. Special paper for the IX World Forestry Congress, Mexico City, Mexico.

Singh K.D. and Nilsson N.E., 1974 On the problem of identification of the environmental benefits of the forest. FAO/ECE Export Meeting Paper.

Singh K.D., 1986 Quantified land evaluation Procedure in forestry. International Workshop in Quantified Land evaluation procedures, 28 April - 2nd May 86, ITC, Holland

---

Abstracto--El informe presenta primeramente los procedimientos para la evaluación de terrenos desarrollados por la Organización de Alimentación y Agricultura de la ONU y a continuación describe sus aplicaciones eventuales a la planificación de los usos de terrenos forestales. Estas técnicas son aplicables a la mayoría de las situaciones encontradas en planificación de los usos de terrenos forestales cuando se trata de la selección de alternativas entre varios tipos en intensidades de los usos de terrenos o entre varios niveles de planificación.

Las técnicas para la evaluación de terrenos desarrolladas por la Organización de Alimentación y Agricultura dan énfasis equilibrado a distintos aspectos de los usos de terrenos, a saber los físicos, económicos, sociales y ambientales. De tal modo pueden servir como ayudas significativas a la planificación moderna en los países en desarrollo, los cuales consideran que el desarrollo es un proceso sistemático implicando cambios en todos los aspectos de la vida humana.

---

LAND USE PLANNING IN THE PHILIPPINES -  
A PROCEDURE AND EVALUATION<sup>1/</sup>

R.S. Driscoll, V.F. Basa, and K.D. Singh<sup>2/</sup>

---

Abstract--An activities schedule outlining a procedure for land evaluation and land use planning for the Philippines was developed, applied, and evaluated to allocate land uses according to ecological, economic, and social requirements. Four major components are: (1) planning; (2) data collection; (3) land evaluation for potential uses; and (4) land use selection. The schedule and procedure worked, but with some difficulties. These included: (1) the constant need to keep concerned people and organizations informed about the work; and (2) securing appropriate economic and sociological data and information. Revision of the schedule and procedure is occurring so they may be applied nationwide.

Resumen--Un calendario de actividades en el que se senala un procedimiento para la evaluacion de la tierra y la planificacion de su uso en las Filipinas fue desarrollado, aplicado y evaluado con el fin de distribuir el uso de la tierra de acuerdo a los requerimientos ecologicos, economicos y sociales. Los cuatro componentes principales son: (1) la planificacion; (2) la recoleccion de datos; (3) la evaluacion del uso potencial de la tierra; y (4) la seleccion del uso de la tierra. El calendario y los procedimientos funcionaron, pero con algunas dificultades. Estas incluyeron: (1) la necesidad constante de mantener informadas sobre el trabajo a las personas y a las organizaciones involucradas en el tema; (2) la obtencion de informacion apropiada en el area economica y sociologica. El calendario y el procedimiento estan siendo actualmente revisados con el fin de que sean aplicables para toda la nacion.

---

### Introduction

The land surface area of the earth is relatively fixed. It changes little in area except for depositions of eroded material in river deltas or landscape destruction caused by volcanic explosions which remove land surface to redeposit elsewhere or coastline earthquakes which may cause submergence or emergence of coastlines.

Volcanic eruptions and earthquakes in the Philippines are quite common but the land base remains generally constant at approximately 30 million ha. However, the human population is increasing rapidly. In 1986 it was estimated at approximately 54 million people, doubling since 1960, and a near seven-fold increase since 1903. Currently, it is increasing at an estimated rate of 2.8 percent per year. The fate of the land base, caused by the population increase, is summarized in Table 1 from

data presented by the Philippine Bureau of Forest Development (1976, 1984).

The largest reductions in land uses were for managed pasture, open land and productive forests, apparently as a result of large increases in urban development, nonproductive forest, and for crop production. Reasons for the increase in nonproductive forest could include redefinition of nonproductive forest, forest degradation, and/or improved data reporting. Regardless, it is obvious that the finite land base has been reoriented for (1) people to secure a livelihood, (2) agricultural expansion, and (3) probably expansion of land use for industrial and commercial development while at the same time attempting to maintain ecosystem integrity for natural resources products.

The government of the Philippines has recognized the need for an ordered land use development program as exemplified in Section 10, Article XIV of the 1973 Constitution; Chapter II of Presidential Decree 705 of 1975, as amended by Presidential Decree 1559 of 1978; Letter of Instruction No. 1262 of 1982; and Ministry of Natural Resources Administrative Order No. 225 Series of 1983. These regulations emphasize the need for optimum, equitable and just utilization of lands based on the suitability of the land to support selected uses. Consequently, a logical procedure was needed to determine land suitability for

---

<sup>1/</sup> Work performed under Food and Agriculture Organization of the United Nations Technical Cooperative Programme, Project TCP/PHI/4402.

<sup>2/</sup> Senior Field Project Officer, FAO, Manila, Philippines, and Fort Collins, CO, USA; Chief, Land Classification Staff, Bureau of Forest Development, Quezon City, Philippines; Senior Forestry Officer, Forest Resources Division, FAO, Rome, Italy; respectively.



Table 1--Land use change in the Philippines: 1976-1984 (1,000 ha).

	Y e a r						% Change + or -
	1976		1984				
	Area	Percent	Area	Percent			
Productive Forest	11,513	38.4	9,287	30.9	-19.4		
Non-Productive Forest	1,759	5.9	2,269	7.6	+22.5		
Marsh and Small Water	129	0.4	106	0.3	-17.8		
Urban	783	2.6	1,091	3.6	+28.2		
Managed Pasture	974	3.2	661	2.2	-32.1		
Openland	1,136	3.8	805	2.7	-29.1		
Plantation	6,657	22.2	7,541	25.1	+11.8		
Cultivated Cropland	7,049	23.5	8,240	27.5	+14.5		
Total	30,000	<u>1/</u>	30,000	<u>1/</u>			

1/ May not total 100 percent due to rounding.

alternative land uses to assist in land use planning. An activities schedule for land evaluation leading to land use planning for the Philippines, following the general procedures outlined by FAO (1984), was developed. It was applied and evaluated through the FAO Technical Cooperative Program with assistance of the Philippine Bureau of Forest Development within the Marikina Watershed Reservation with the intent of modification, if needed, for nationwide application.

#### A Land Use Planning Activities Schedule

Figure 1 illustrates a generalized land use planning activities schedule. It was designed as a stylized procedure to include the start of a land use planning project through the decision to implement and monitor a land use. It may be used for individual resource systems, such as grazing, timber management, or wildlife habitat; or combinations of resource systems.

#### Design

The design phase establishes goals and objectives. The public, including people dependent on the land and public officials responsible for implementation and monitoring land use decisions, are informed of the project and why it is being undertaken.

An information needs assessment is undertaken to determine the kinds of data and information needed to answer questions about the suitability of the land for specific uses. Information requirements are linked through the administrative

hierarchy. For example, it might be a National policy to produce and market a set amount of construction lumber and red meat for internal consumption and legal export. These policies, which include specific goals and objectives, should be dispersible to lower administrative levels, depending on the capability of them to contribute to the National policies and goals. Other informational needs are determined by taking into account legislative and management requirements at various administrative levels.

Land classification and inventory procedures are determined during the design phase. The primary land classification scheme should group ecologically similar units of land and be hierarchical. Land classification is an inventory in that it partitions heterogeneous landscapes into homogeneous subunits and helps define land areas potentially suitable for specified land uses. It is within the classification framework that strata can be defined for some inventory purposes.

Generally, there are two kinds of land classification: (1) natural, and (2) technical. Natural systems are ecologically oriented hierarchical classifications designed to characterize land according to its natural biological potential. Technical classifications are based on requirements for specific land uses and may or may not relate to the biological potential of the land. For example, a technical classification for grazing land would be based on the topography of the landscape, the relative ease livestock can graze the area, herbage production, kind of livestock to be grazed, availability of water, nutritive



LAND USE PLANNING  
(Activities)

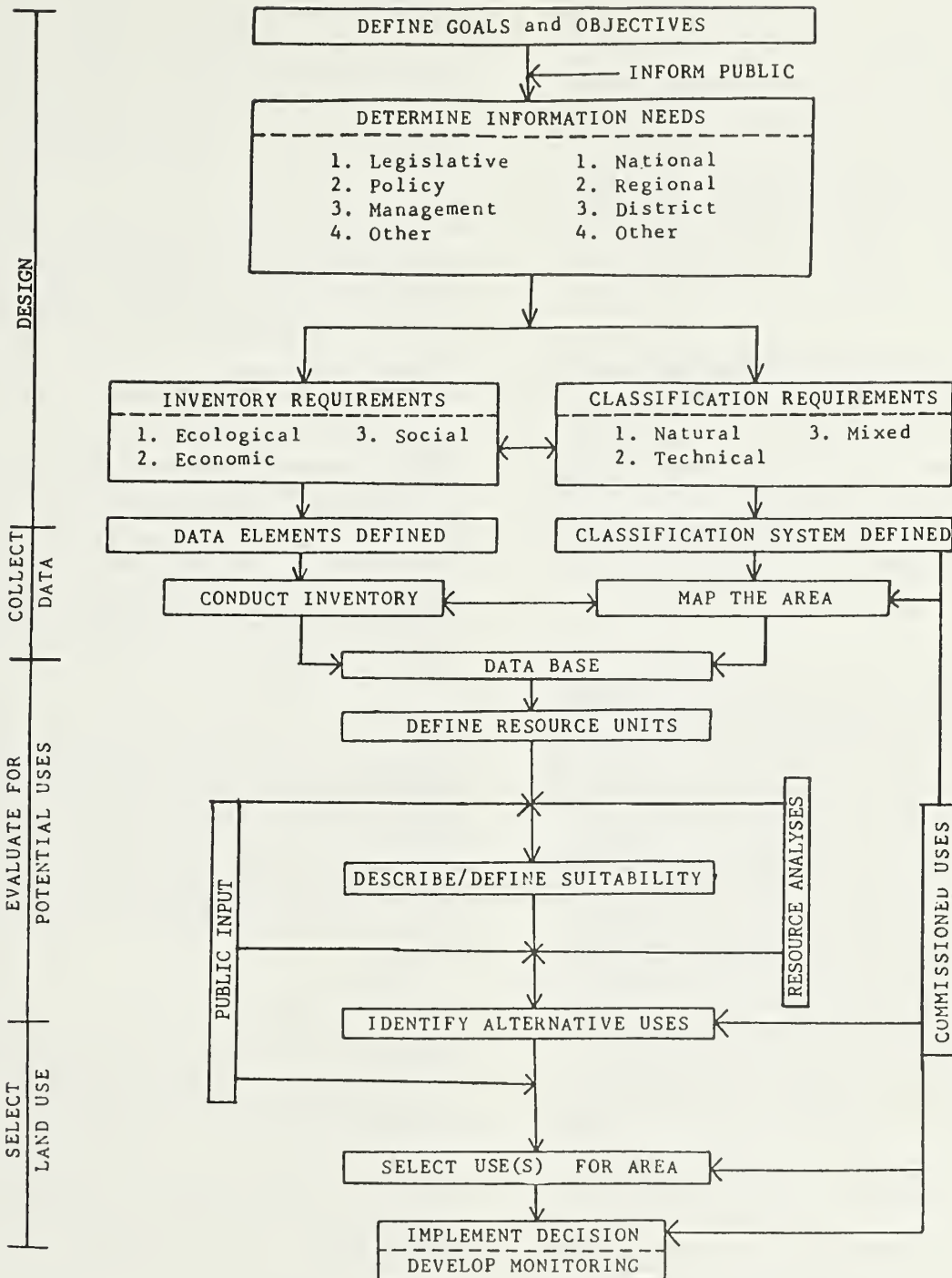


Figure 1 - A generalized land use planning activities schedule.

value of grazeable plants, and other features important to the livelihood of livestock.

Inventory requirements include ecological, sociological, and economic data and information. Ecological data includes basic information about the land such as plant communities, kinds and amounts of vegetation within the communities, steepness and aspect of slope, soil depth, and climate. Sociological data includes information about the demographics of the human population, cultural beliefs, and unique cultural features and structures of the area. Economic data includes resident income, marketable products, location of the area in relation to distance to market, and the infrastructure.

Information needs and requirements require three primary considerations; (1) precisely stated goals and objectives, (2) defined kinds and amounts of data and information to answer specified questions, and (3) collection of data and information needed to answer the specific questions. Inventory is expensive and it makes little sense to collect data and information not needed for the project. Correctly constructed, the information needs assessment at each level of a planning hierarchy support the needs at lower and higher levels of the hierarchy.

#### Data Collection

Inventories provide required data and information items and display the classification system selected. Mapping results in displays of resource units and is controlled by map scale. Not all map units will correspond to selected resource or land units. Frequently mapped units will represent complexes of more than one land unit and the proportion of each land unit should be determined.

Field inventories determine what the resources are, where they are, and how much is present and available. The sampling design depends on what resource attributes are to be collected and the administrative and classification level for which the sampling is to be conducted. Generalized inventories for National or Regional purposes usually use systematic sampling and statistical expansion factors. Inventories for management should use stratified sampling designed for management purposes. The data and information from inventories and mapping create the data base, preferably as a geographic information system.

#### Evaluation for Potential Uses

This activity requires descriptions of resource units (land units) to be evaluated for selected land uses. Land units are areas of relative biophysical uniformity. Usually, the land units for natural resources are parts or all of kinds of plant communities with their habitats.

Characterized land units with biophysical, economic and sociocultural data are matched with the requirements for land use proposals and evaluated for their suitability for specific land uses. The land use proposals specify minimum requirements of the land to qualify for the land uses under consideration. Both current and potential suitability for specified uses are considered during matching. Current suitability is the suitability of a land unit for a proposed use in its present condition without major improvements and may be the existing use or a different use. Potential suitability is the suitability of a land unit for a specified land use after specified major investments and improvements have been completed. Major investments and improvements must be described for the potential use to assess the economic feasibility of assigning the potential use. It is obvious that if costs exceed benefits, the land use under consideration should be cautiously considered.

The data and information on present use, current suitability, and potential suitability by land type and land utilization type are then summarized and presented in both tabular and text form. This part of planning activity results in the presentation of data and information to appropriate individuals or groups for decisions on alternative uses for each land type. Each alternative must be accompanied by narrative arguments describing expected benefits and effects of the potential land uses on the land types.

The effects of assigned land uses to a specific land unit or to adjacent land units with different assigned land uses must be considered. Different land uses assigned to dissimilar but adjacent land units may conflict and a conflict resolution must be developed. The public is informed and suggestions from them are solicited throughout this phase of the process. They can provide assistance in identifying alternative land uses and they will be aware of the analysis results as they are developed.

#### Land Use Selection

Land administrators and policymakers make final decisions on land uses. These decisions are based on scientifically derived data and information prepared through the first three phases of the land use planning schedule. If their decisions differ from the proposed land uses, the analysts must be prepared to present effects of the alternative uses on the land. The decisions can be only as good as the quality of data and information leading to decisionmaking.

Selection of land uses is not the end of the land use planning process. Once the decision has been made, commitments must be made by land administrators to implement the selected land uses. This means, for example, an economic commitment to

install necessary land improvements and continuing economic aid to maintain the infrastructure necessary for the selected uses. Also, a management/monitoring plan must be prepared. The plan must be designed to detect and determine effects on the land of the land uses selected as well as describe management to be conducted.

#### Activities Schedule Evaluation

##### The Study Area

The study area used included the Marikina Watershed Reservation approximately 30 km northeast of Metro Manila. The Reservation includes approximately 27,430 ha and is currently the major water supply source for Metro Manila and neighboring communities.

Topography of the area ranges from generally flat to steep. The elevation ranges from approximately 200 m to 600 m above sea level. Approximately 50 percent of the area is cutover forest reverted to grassland. Logged areas with some tree regeneration includes about 11 percent of the area. Young and old growth Dipterocarpaceae forest occupies about 24 percent of the area. Mossy forest, high elevation forests on poor sites, occupy about 5 percent of the area. Seven percent of the area is cultivated and planted to citrus trees, fruit trees, tubers, and vegetables. The remaining area is used as residential sites.

The precipitation of the area is characterized by two seasons, dry and warm from November to April, and wet and warmer from May to October. Average annual rainfall is 2,300 mm with the highest monthly average in August (350 mm) and the lowest in March (50 mm). In the higher mountains in the north, annual rainfall is evenly distributed throughout the year. The highest average monthly temperature, 32°C, is in May; the lowest, 25°C, occurs in January.

The Reservation is drained by two major rivers, the Boso-Boso in the south and southeast, and the Montalban in the north and northwest. The water of the Montalban is generally of acceptable quality while most of the Boso-Boso is polluted for most of its length due to the dumping of waste materials from one of the largest poultry farms in Asia.

Currently, more than 1,000 families reside within and immediately adjacent to the Reservation, mostly in the southeastern portion. The area has been subjected to land speculations due to its proximity to Metro Manila. A national highway, passing through the southern part of the Reservation, invites migration and settlement of people seeking to improve their economic status. The major source of income is sale of crops produced on many small farms; annual income ranges from Peso 3000 (US\$ 150) to Peso 5000 (US\$ 250). Other sources of income include employment in nearby

urban centers, employment as farm laborers, sale of fish and poultry, and sale of forest products such as orchids, rattan, and fuelwood.

The objectives of the pilot study were:

1. To evaluate the land use planning activities schedule for possible use nationwide.
2. To identify land use options for the Marikina Watershed Reservation considering the biophysical, economic, and sociocultural conditions.
3. To determine the suitability and feasibility of maintaining the Marikina Watershed Reservation as a major water source for Metro Manila.
4. To identify ecological imbalances within the Marikina Watershed Reservation to assist in determining alternative solutions for rehabilitation.

Results of the first two objectives are reported herein. Results of the last two objectives require political decisions and assistance from experts in land rehabilitation; both forthcoming.

##### Evaluation Parameters and Procedures

The objectives required in the activities schedule were the objectives of the pilot study. Since we were working under the authority and direction of the Ministry of Natural Resources Administrative Order No. 225, Series of 1983, eleven potential land uses had to be considered. These were agriculture, residential, industrial/commercial, settlement/resettlement, mineral, fishponds and fishfarms, agroforest, production forest, protection forest, parks and recreation, and grazing. Experts knowledgeable about these land uses in the area were consulted to determine the minimum land area and land characteristics to qualify for the specified uses. The characteristics and requirements identified the information needs, inventory procedures, and land classification requirements. Definitions of the proposed land uses and land characteristics and requirements for each have been defined by Basa, Driscoll, and Caisip (1985), and Driscoll, Basa, and Caisip (1987). The basic data and information are listed in Table 2.

Data and information compilation and analyses followed procedures outlined by FAO (1984). Initially, land mapping units (land units) were formed by superimposing thematic maps of vegetation cover, soil, and landform to identify a land area relatively homogeneous for land qualities and land characteristics. In this case, the land units represented, generally, a complex of mid-range class categories for vegetation, soil, and landform classification hierarchies. Each land unit was then described according to biophysical, economic, and sociocultural features. Most of the economic and sociocultural data and information



Table 2. Basic data and information items for land evaluation of the Marikina Watershed Reservation

Bio-physical	:	Economic	:	Socio-cultural
Precipitation amount and distribution	:	Access by kind	:	Total population
Bedrock kind and depth	:	Timber haulage distance	:	Population structure
Mineral and coal deposits	:	Internal markets	:	Tribal/cultural communities
Land form, slope, aspect, elevation	:	External markets	:	Land ownership
Soil depth, pH, drainage, texture, fertility, erosion evidence	:	Distance to markets	:	Employment
Current land cover and land use	:	Products produced	:	Community services
Timber volume by vegetation class	:	Product disposition	:	
Herbage production by vegetation class	:	Disposable income	:	
Wildlife kind and distribution	:	Total income	:	
Water table location	:		:	
Water quality and availability	:		:	
Flooding hazard	:		:	

related to the whole area rather than the specific land units.

Each land unit was subjected to a suitability analysis by matching the land type characteristics with the criteria developed for the eleven potential land uses previously mentioned. Suitability analyses reflected degrees of suitability of the land type to a specified land use and are defined as follows:

S1 - Highly Suitable: Land having no significant limitations to sustained application of the land use type under consideration or only minor limitations that will not significantly reduce productivity or benefits and will not raise costs above an acceptable level.

S2 - Moderately Suitable: Land having limitations which in aggregate are moderately severe for sustained application of the land use type under consideration; the limitations will reduce productivity or benefits and increase required costs to the extent that the overall advantage to be gained from use, although still attractive, will be appreciably inferior to that expected from S1 land.

S3 - Marginally Suitable: Land having limitations which in aggregate are severe for sustained application of the land use type under considera-

tion and will so reduce productivity and benefits, or increase required improvement and development costs, that the expenditure will only be marginally justified.

N1 - Currently Not Suitable: Land having limitations which may be overcome in time, but which cannot be corrected with existing knowledge at a currently acceptable cost; limitations are so severe as to preclude successful sustained use of the land use type under consideration.

N2 - Permanently Not Suitable: Land having limitations which appear so severe as to preclude any possibilities of successful sustained use of the land use type under consideration.

NR - Not Relevant: Land not assessed for a given use because of preclusion by law or other reasons.

The suitability analyses were done without the aid of computerized techniques, although they are available (Booth and Sanders 1985). The characteristics of each land unit were compared to the requirements of each of the land uses previously mentioned. A suitability rating was then assigned to each land unit. We were careful to not assign conflicting land uses to adjacent land units around the periphery of the area.

## Results and Discussions

Land evaluation for land use planning in the Marikina Watershed Reservation was guided by the following government policies:

1. The Philippine National Land Use Committee in the proposed Physical Framework Plan advocates a 50:50 ratio of forestlands and alienable and disposable lands.
  2. Philippine regional planning emphasizes self-sufficiency of each Region for basic requirements such as food, fuelwood, lumber, and other products.
  3. Land use planning in the Philippines should give priority to local needs.
  4. Recent forestry programs promote the principle of forest for livelihood while simultaneously maintaining an ecologically balanced environment.
- In addition, we attempted to make the system as simple and easy as possible to follow while maintaining technical integrity.

The results of the land evaluations are presented in Table 3. These results are tentative because final decisions within the political framework need to be formalized. However, discussions with the Bureau of Forest Development Regional Director indicated strong enthusiasm by him because of the logic process developed. He believes the procedure will provide a significant contribution to national planning, especially in sensitive areas like the Marikina Watershed Reservation.

Table 3. Suggested land uses for the Marikina Watershed Reservation

Land Use	Area (ha)
Protection Forest	11,262
Agroforest	10,320
Production Forest	4,851
Agriculture	803
Parks and Outdoor Recreation	459
Industrial	135
Grazing	77
Residential Areas	73
TOTAL	27,980

The activities schedule did work. It provided a logical procedure from defining the goals and objectives of a land use planning project through recommendations for alternate land uses and selection of land uses for an area.

There were problems, although not necessarily oversights in the schedule. Soliciting and maintaining general public participation was difficult, especially in securing economic and sociocultural data of family units from households away from population centers. Inaccessibility, language barriers, and unpredictable weather hampered data collection. The cooperation of some households was either difficult to secure or could not be secured because of suspicion by them of perceived outcomes of the study; for example, fear of being forced to relocate. Also, we may have spent too little time securing data and information about the effects of external economic and sociocultural situations. We need to determine the zones and extent of external influences on the perceived economic and sociocultural situations within project areas. We currently have an economist and sociologist from the University of the Philippines College of Forestry assisting us on ways to secure needed economic and sociocultural data.

We were likely overzealous in determining and describing the biophysical, as well as the economic and sociocultural, data and information requirements in regard to the expertise of the field teams used to secure the data and information. Our field teams are forestry graduates, with assistants of varied backgrounds, but with limited knowledge about some variables identified for Philippine land evaluation.

Data and information sources were available either through office records or had to be collected by field sampling. Locating available data and determining its usefulness was difficult. For example, once soil survey records and data are secured, a person knowledgeable about soil, soil surveys, and the data reported is needed to interpret the data and information; most field team personnel had limited expertise on soil survey or soil interpretation. Field data collection posed other problems because of the complex nature of the kinds of data and information required. Although we are quite satisfied with the field data and information collected, there needs to be developed a comprehensive, yet relatively simple, data gathering procedure considering all the variables needed and the expertise of our field teams. We are attempting to at least alleviate part of this problem by developing a procedural manual that specifies how specific data and information items could be collected by the field teams (Driscoll, Basa, and Caisip 1987).

We will likely modify some of the minimum requirements for land to qualify for certain land use categories. For example, one of the current

requirements for residential, industrial, or commercial areas is that the land "...should be fairly flat and not more than 5 percent in slope..." Obviously, in hilly and mountainous terrain where some residential, commercial, and industrial siting will likely occur in the future, this requirement needs to be modified. Requirements for other land uses are being carefully scrutinized for national applicability.

The above examples are difficulties not necessarily directly related to the activities schedule. Because of the activities schedule, it has made us review carefully, not only the data and information needs and requirements, but also how the data is applied for land evaluation for various uses and the requirements of the land to be suitable for those uses.

#### Summary

A land use planning activities schedule was developed for forestland use planning in the Philippines. The schedule was designed to provide a logical sequence of events leading from definitions of goals and objectives to selection of alternative land uses. The schedule consists of four equally important phases: (1) planning, (2) data collection, (3) data and information analyses for potential uses, and (4) land use selection. The activities schedule procedures were applied to the Marikina Watershed Reservation, approximately 30 km northeast of Metro Manila. The Reservation provides a major source of water for Metro Manila and is under severe land pressure for indiscriminate land development because of its proximity to Metro Manila. The activities schedule worked but not without problems. These included: (1) securing confidence and cooperation from the local population, (2) adequately defining and describing appropriate economic and sociocultural data needed to identify zones of influence of those elements on the project area, and (3) describing relatively simple but comprehensive operational procedures for field collection of a complex data set by field teams. We believe the activities schedule can be applied to the whole of the Philippines when it is modified to account for the three items mentioned.

#### Literature Cited

Basa, V.F., Driscoll, R.S., and Caisip, M.C. The Marikina Watershed Reservation land evaluation pilot study. In: Proceedings of the Expert Consultancy on Land Evaluation for Forestry at the District Level. (Bangkok, Thailand, 1-7 December 1985) FAO, Rome, Italy. p. 132-167.

Booth, T.H. and Sanders, J.C. A trial application of the FAO guidelines on land evaluation for forestry. Division Report 85/3. CSIRO Institute of Biological Resources, Canberra A.C.T., Australia. 1985.

Bureau of Forest Development. Philippine forestry statistics. Bureau of Forest Development, Ministry of Natural Resources, Quezon City, Philippines. 1976.

Bureau of Forest Development. Philippine forestry statistics. Bureau of Forest Development, Ministry of Natural Resources, Quezon City, Philippines. 1984.

Driscoll, R.S., Basa, V.F., and Caisip, M.C. Forestland evaluation for integrated land use planning - a procedural manual for the Philippines. Field Document No. 2, FAO:TCP/PHI/4402, FAO, Rome, Italy. 1987.

FAO land evaluation for forestry. FAO Forestry Paper 48. Rome, Italy. 1984. 123 pp.



PLANIFICACION ESTRATEGICA PARA EL DESARROLLO RURAL.  
EL CASO EL PLAN PILOTO FORESTAL DE QUINTANA ROO 1/

Hugo Alfredo Galletti  
L. Alfonso Arquelles Suárez

I. Conceptos y planteamiento General

1. La Destrucción de la selva y sus causas

Desde hace aproximadamente dos décadas, el problema de la destrucción de las selvas tropicales ha sido tema que ha preocupado cada vez más a gobiernos e instituciones dedicadas al desarrollo. El problema ha sido las más de las veces atribuido al uso de tecnologías agrícolas tradicionales y al crecimiento de la población. Lo más grave es que, a primera vista, este proceso no parece tener un freno propio, interno a la comunidad campesina

En nuestro entender, los problemas de destrucción forestal del trópico húmedo - al menos en América Latina - tienen causas más complejas, - e incluyen cuatro grupos de problemas.

a) Problemas de ocupación o utilización de áreas vacías o poco pobladas, en lo que es notoria la falta de "límite" en lo que hace a la apropiación del recurso.

b) Problemas de colonización, la cual en general ha sido de carácter poco predecible, y en la que una perspectiva forestal a largo plazo - ha estado casi siempre ausente.

c) Problemas forestales técnicos y comerciales, ligados a la heterogénea composición florística de las selvas, y

d) El tipo de acción institucional emprendida para responder a lo anterior, por lo general de tipo normativo, en la cual la definición de los problemas se hace desde fuera de las comunidades campesinas.

A lo anterior debemos agregar la concepción que podemos denominar "forestal tradicional", que - históricamente considera a los bosques un patrimonio nacional o estatal, definiendo la política forestal a partir de intereses estratégicos del Estado. Esto significa que la población local no es sujeto activo en la planeación de la utilización de sus montes. Por otra parte, no existe por lo general una verdadera administración forestal. El Estado controla, pero no administra. En general, su política ha sido la de convalidar, y en el mejor de los casos regular, la acción de particulares a quienes los te

renos forestales son entregados en concesión

Tal política tenía su explicación en condiciones de bosques despoblados de escasa accesibilidad y sin infraestructura. El negocio se pagaba con la explotación selectiva de unas pocas especies preciosas. La falta de un límite visualizable en lo que hace al aprovechamiento del recurso hizo que este tipo de explotaciones se hiciera sin una perspectiva de persistencia a largo plazo, y las más de las veces no se superó el estadio de minería forestal.

La colonización de áreas selváticas poco pobladas fué un proceso que alteró esa situación, y puso en crisis el modelo tradicional de explotación selectiva. El tamaño relativamente grande de las plantas industriales forestales instaladas en las áreas concesionadas las hacía un elemento poco flexible en esta nueva situación. Por otra parte, la explotación selectiva resultaba atractiva si se trataba de grandes áreas boscosas, pero la nueva realidad de bosques más pequeños en las áreas colonizadas no la hacía rentable. La crisis del modelo, por lo consiguiente, tuvo su expresión más crítica en el problema del abastecimiento de las industrias establecidas.

La destrucción de los bosques, por lo tanto, no se debe solamente a la utilización de tecnologías atrasadas por parte de los colonos, sino - básicamente a que:

a) El esquema selectivo tradicional no es rentable para ellos, y

b) No se les ofrece, por parte de las instituciones de desarrollo, una alternativa forestal a largo plazo.

Es sintomático, en este sentido, que en casi ninguna parte de los trópicos el servicio forestal esté funcionando básicamente en apoyo de la población local.

Ante el carácter acelerado y caótico de la destrucción, muchos gobiernos e instituciones de desarrollo buscaron una entrada "íntegra", en la forma de proyectos de uso múltiple, desarrollo rural integral, planificación de uso del suelo, planes maestros, etc., partiendo de consideraciones ecológicas. Pero dos criterios no cambiaban.

a) La planificación seguía manteniendo un carácter normativo, externo a la población local, y

b) El producto que se vendía era un paquete tecnológico.

Las tareas de desarrollo se reducen, así a normar e implementar programas, en los cuales las decisiones, la instrumentación y aún los mecanismos de evaluación quedan fuera de las manos de la población local. Estos programas son impulsados por - lo general mediante cuantiosas inyecciones de di-

1/ Ponencia Presentada en la Conferencia Internacional y taller "Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales.", Chetumal, México, 25-31 de enero de 1987 ).

nero.

Esto creó un estilo de burocracia rural muy característico: el de los técnicos que no escuchan al campesino, y que no tienen la sensibilidad o el interés por retomar iniciativas o tendencias de los productores. Es decir, el promotor o el extensionista tradicionales ceden su lugar a los planificadores y a los ejecutores de programas. El criterio tradicional de asesoría al productor de esta manera se pierde.

A ello debe sumarse muchas veces el desconocimiento de las condiciones ecológicas del tropico por parte de la burocracia rural, y la falta de respuestas técnicas para solucionar los problemas de la población local. Muchos programas son solamente una lista de objetivos definidos sin ninguna entrada operacional.

No es de extrañar que, en este contexto, la lista de fracasos sea mucho mayor que la de proyectos exitosos.

Las consideraciones anteriores significan que entre las causas principales de destrucción de los bosques deben considerarse la acción institucional, y la inyección monetaria forzada para el financiamiento de proyectos agropecuarios.

## 2. El problema de la inclusión de la población local para la conservación de la selva.

La situación presentada fue visualizada en algunos de sus aspectos por varios gobiernos e instituciones de desarrollo, llevando a la conclusión de que una de las formas de detener el proceso de destrucción era que el recurso forestal cumpliera un papel relevante para la satisfacción de las necesidades de la población local.

El hacer instrumental esta concepción general -- tiene varias implicaciones.

La inclusión de la población local en la administración de sus recursos forestales no debe considerarse solamente un problema de justicia social, sino además una necesidad estructural. Esto por varias razones.

En primer lugar, para lograr una definición operacional de qué se entiende por recurso forestal una cosa puede ser obstáculo o un recurso, dependiendo de qué representa para la población local. Además, el concepto de "límite" para la apropiación de un recurso lo tiene esa misma población local. Su medio de producción es la tierra. El capital no tiene libre movilidad. Eso hace más posible la coincidencia a largo plazo de sus intereses con la persistencia del recurso.

En segundo lugar, el contexto institucional, que las más de las veces tiene una visión a corto plazo, hace funcional la autonomía de los campesinos.

Lo anterior está condicionado por el carácter de alternativa productiva que pueda adoptar el recurso forestal para la población local. Este úl-

timo será conservado en la medida en que represente una alternativa económicamente atractiva -- para los campesinos, frente a otros posibles -- usos del suelo.

El aceptar que la inclusión de la población local reviste un carácter estructural, significa -- que debe considerarse un sujeto activo en la -- administración y utilización del recurso forestal.

Para hacer instrumental esta concepción, se debe partir de que no tenemos acceso directo a la realidad que se desea modificar. El acceso se da a través de nuestra interacción con la población local. Eso implica no comenzar el plan con una concepción cerrada y externa, sino montarse en una realidad existente, con las posibilidades y condicionantes que eso marca.

Lo anterior significa que no se puede entrar en todos los problemas y al mismo tiempo, con un -- criterio formal y abstracto acerca del desarrollo rural integral.

La integralidad no puede ser una precondición, -- sino una meta a alcanzar en un futuro no fechable. Sólo se puede pretender desencadenar tendencias en ese sentido. La tradicional "lista" de -- objetivos técnicamente deseables debe ser reemplazada por una visión estratégica de la tendencia general, y limitar nuestro accionar a afianzar los elementos centrales que refuerzan esa -- tendencia. De esta manera, se creará una situación nueva en la cual se vuelve a aplicar tal -- criterio. La situación se va definiendo cada vez más, y el proceso se hace cada vez más autosostenido. Al mismo tiempo, esta definición paulatina de la situación marca la vía de entrada para una asesoría que tendrá cada vez más el carácter de asistencia técnica.

Lo anterior no significa que el proceso sea al -- azar: los límites ecológicos del desmonte son visualizados por los campesinos, pero éstos no -- siempre cuentan con alternativas propias. La ayuda conceptual y operativa para promover el surgimiento de esas alternativas es justamente la -- vía de entrada para la asesoría técnica y para la promoción del desarrollo.

Una planificación de este tipo reviste un carácter situacional y estratégico, y presenta varias características. Debemos aceptar que estamos en un proceso al que no tenemos acceso en forma directa y que depende en gran medida de las decisiones de la población local. Por lo tanto tendrá contramarchas. La planificación de escritorio se reemplaza por un proceso de discusión y -- responsabilización a nivel local. Debemos aceptar que tanto la población local como el grupo de asesoría técnica están en un proceso de aprendizaje, y que el proceso tendrá imperfecciones. Metodológicamente, por lo tanto, debe haber margen para errores. Esto quiere decir que deben preverse mecanismos para la modificación de acciones -- sobre la marcha.

Lo anterior lleva a una redefinición de los ro--



les de las instituciones, con las consecuencias que esto implica. Los tradicionales "programas" en este contexto dejan de tener validez, para dar paso a planes flexibles. Las metas planteadas con criterio atemporal deben dejar lugar a una concepción clara de la coyuntura, que hace posible o no determinadas acciones. Los criterios de evaluación no pueden limitarse a la medida de avances físicos y financieros, sino a un proceso de autoevaluación continua en el cual haya muchos elementos no cuantificables. La coordinación institucional no puede ser precondition para la ejecución de este tipo de planeos, ya que constituye un problema adicional en sí. El equipo de asesoría técnica tendrá que hacer frente a una serie de problemas en su interacción con la población local, que muchas veces no podrá encuadrarse dentro de una cerrada concepción sectorial.

El surgimiento de un nuevo actor social responsable a la vez condiciona y guía la acción institucional, que de un papel normativo y de control deberá pasar a ser interlocutor válido de ese mismo actor social, satisfaciendo sus demandas. Cuanto más definidas sean estas últimas, más definida será la acción de apoyo técnico de las instituciones.

### 3. El plan piloto forestal de Quintana Roo como ejemplo de planificación estratégica para el desarrollo.

El plan piloto forestal de Quintana Roo, iniciado en 1983, representa un caso que ejemplifica la aplicación de los criterios mencionados.

#### 3.1. Antecedentes.

La explotación forestal en el sur del Estado de Quintana Roo tenía larga data. Empresas particulares habían venido haciendo un aprovechamiento selectivo de caoba desde fines del siglo XIX. Desde 1954 hasta 1983, su explotación había sido concesionada a la empresa Maderas Industrializadas de Quintana Roo S. A., de carácter paraestatal, la cual fabricaba tableros contrachapados de esa especie en una planta ubicada en las cercanías de Chetumal. El área de la concesión abarcaba en cifras redondas una superficie de medio millón de hectáreas.

La región, en la fecha del inicio de la concesión estaba casi despoblada y no contaba con infraestructura caminera. La mayor parte del área concesionada eran terrenos nacionales deshabitados.

Condición para el otorgamiento de la concesión había sido la realización de un inventario y plan de ordenación, en el cual el bosque se ordenaba básicamente en función de las existencias de caoba, con un ciclo de corta de 25 años.

Los únicos núcleos de población ubicados dentro la concesión eran seis ejidos fundados en la época del cardenismo (a fines de los treinta y principios de los cuarenta). La dotación de tierra per capita en estos ejidos era muy alta, ya que se había calculado tomando en cuenta las necesidades de una familia para subsistir en base al

aprovechamiento del látex de chicozapote (chicle), utilizado para la fabricación de goma de mascar. Esta actividad estaba organizada en forma cooperativa, siendo dichas cooperativas chicleras una de las más antiguas organizaciones campesinas en el Estado.

El aprovechamiento maderable de los montes ejidales era hecho con exclusividad por la empresa MIORO, pero ésta no interfería en el aprovechamiento del látex del chicle.

Durante la década del 60, el Gobierno Federal promovió la colonización ejidal del sur de Quintana Roo, con criterios de ampliación de la frontera agrícola, y sin tener en cuenta las posibilidades de una explotación racional del monte por parte de los propios campesinos. Este proceso fue muy rápido. Ve seis ejidos que había en el área de la concesión al comienzo de la misma, en la fecha de su finalización había sesenta y dos. A principios de la década del setenta, hubo una gran inyección de capital para la conversión del monte en explotaciones agropecuarias. Casi ninguna de las explotaciones así iniciadas tuvo éxito.

Los colonos aprovecharon la infraestructura de extracción que había sido construida por la empresa MIORO, a lo cual se sumó la construcción de carreteras pavimentadas por parte del Estado. Hacia fines de la concesión, el área estaba perfectamente comunicada.

El control de las actividades forestales quedaba totalmente fuera de las manos de los ejidatarios. La planificación de la extracción, trámites forestales, manejo de la maquinaria de extracción, etc., estaban en manos de la empresa MIORO y su filial SEFSA. A los campesinos sólo les tocaba una preferencia para ser empleados como peones de la empresa, en las tareas menos calificadas.

Para los ejidatarios, el encontrarse en terrenos concesionados significaba que sólo podían vender con exclusividad su madera a MIORO, o no venderla. MIORO pagaba a los ejidos sólo la cifra correspondiente a los derechos de monte, una suma fijada por el estado, notoriamente inferior al precio de mercado de la madera.

En términos de perspectivas a largo plazo del negocio forestal, este sólo había significado algo para los ejidos que ya estaban constituidos al inicio de la concesión, ya que para cada uno de ellos se hizo un plan de ordenación particular, por lo cual la explotación forestal tuvo allí un carácter persistente. En los ejidos que se constituyeron después, la empresa extrajo totalmente el volumen cortable de preciosas en un solo año (o eventualmente en dos o tres años).

Se sumaban la falta de visión de la política agropecuaria y la forestal. La situación parecía ser la de un conflicto programado. Debido a estas circunstancias, y ante la inminencia del fin de la concesión de MIORO, se hacía necesario modificar sustancialmente el enfoque y plantear una política forestal.



### 3.2. Condiciones favorables de la situación de -- partida.

Dentro del cuadro crítico presentado, algunos elementos mostraban una situación de partida particularmente favorable para el planteamiento de una alternativa forestal campesina.

El aprovechamiento en la concesión MIQRO había sido hecho en una forma bastante más ordenada que lo que es habitual en los trópicos de América Latina. La empresa había dejado, al final de la concesión, una infraestructura caminera relativamente abundante, a la que se sumaban carreteras construidas por el Estado.

No se había producido el agotamiento de los montes en sus existencias de maderas preciosas. Por el contrario, parecía que éstas eran relativamente abundantes. La colonización había propiciado la destrucción de los montes, pero en los que daban, el tipo de aprovechamiento no había sido explotatorio y no los había desvalorizado apreciablemente. Esto permitía entrar al mercado con un producto de gran valor, la caoba.

Los campesinos habían visto por años la forma en que MIQRO llevaba a cabo su explotación, y habían trabajado como peones en la empresa. Ello había creado una tradición forestal. A ello debía sumarse la experiencia chiclera, que representaba un importantísimo cúmulo de conocimientos sobre composición y ecología del monte por parte de los campesinos, aparte de su experiencia asociativa como cooperativistas.

Como factor insoslayable, había un elemento coyuntural extraordinario que permitía bloquear una entrada del tipo burocrático tradicional. El fin de la concesión MIQRO creaba un vacío e indefinición en las instituciones, en los campesinos y en la propia empresa. El propio planteamiento original del Plan Piloto reflejaba la utilización de este elemento coyuntural.

3.3. El planteamiento original del Plan Piloto. El Plan Piloto partía de la siguiente tesis principal: "para lograr la conservación de la selva a largo plazo ésta debe representar un aprovechamiento económicamente atractivo para la población local, que de otro modo la destruirá".

Se buscaba hacer del bosque un complemento a largo plazo de la economía campesina (la "caja de ahorro"). Para ello, la entrada debía ser el aprovechamiento sostenido del bosque natural existente, porque allí había recursos movilizables como capital en cantidad suficiente como para no depende del financiamiento externo. El proceso debía ser autofinanciable.

Esta entrada debía darse con una perspectiva a largo plazo, no transitoria. Esto era un elemento central: el bosque no iba a ser utilizado para financiar un cambio del uso del suelo.

Además, el tipo de aprovechamiento selectivo tradicional no resultaba en el largo plazo económicamente atractivo para los campesinos. Para hacer del bosque una alternativa económicamente intere-

sante su aprovechamiento debía intensificarse, en la forma de una mayor utilización tanto del volumen total del árbol como de las especies denominadas corrientes tropicales ("lesser known species").

Para frenar la destrucción, el equipo debía "montarse" en la dinámica ya existente, y tratar de dirigirla en términos de lograr la persistencia de la selva. Metodológicamente, esto significaba delimitar claramente los elementos de entrada. -- Los criterios generales fueron:

1. Reducir al mínimo los elementos incontrolables o imprevisibles, y
2. Afianzar los elementos positivos en las tendencias existentes tratando de introducir las mejores innovaciones posibles.

Se aceptaba que no se podría experimentar en la forma tradicional, ya que no se podía esperar los resultados de un ensayo para ver si funcionaba o no. La entrada debía tener un efecto demostrativo desde el principio.

En resumen, se trataba de desencadenar una dinámica capaz de hacer surgir, en un plazo muy breve:

1. Un sujeto social capaz de regular la presencia institucional, y
2. Una estructura hacia la cual se pudiera canalizar apoyos en forma directa.

Técnicamente, el surgimiento de esta nueva situación debería abrir la puerta para una acción institucional y una asistencia técnica más específicas. Una vez definida esa tendencia, se trataría de afinarla y consolidarla, introduciendo más elementos técnicos. Esto permitiría abordar los problemas del que hacer forestal ordenadamente, a través de una definición local de las prioridades.

## II. Estrategia de implementación.

1. Criterios para la implementación de los conceptos generales del Plan Piloto.

La concepción general que anima al Plan Piloto Forestal de Quintana Roo parte de hacer del bosque una alternativa económicamente interesante para los grupos que habitan en él, como la estrategia más segura para asegurar su permanencia. El considerar a la población local como parte central para el planteamiento del problema, con decisión acerca de ese mismo planteamiento, hacía que el Plan Piloto requiriera de una estrategia de implementación muy flexible.

Dentro de esta estrategia flexible, era no obstante importante que los conceptos y tendencias fundamentales no se perdieran. La concepción clara de cuáles eran las posibilidades y condicionantes que marcaba la situación de partida, y cuál era tendencialmente el camino a recorrer, debía irse afinando sobre la marcha y sin perder el rumbo -- tanto por parte del equipo técnico del Plan Piloto como por parte de los grupos campesinos. Justamente este carácter tendencial es lo que diferenciaba la planificación estratégica de la simple improvisación.

La entrada no podía hacerse a través de un elemento aislado. El Plan Piloto abarcaba diferentes aspectos, a cada uno de los cuales correspondía una determinada estrategia. Tales eran:

#### a) Aspectos campesinos

Se trataba de responsabilizar y hacer participantes a los grupos ejidales en los aspectos de extracción y comercialización de madera en rollo de sus montes, buscando la superación de su tradicional papel pasivo que se limitaba a la venta de arbolado en pie. Para ello se fomentaría su participación en todas las actividades forestales a nivel local. De esta forma, no sólo aumentarían sus ingresos en concepto de ventas de madera, sino también su control de la actividad productora y su capacidad negociadora.

Para lograr esto último, el proceso no podía ser iniciado en un solo ejido, sino que varios ejidos forestales (los que tuviesen mayores volúmenes de caoba) deberían formar alguna instancia asociativa que les permitiera negociar en conjunto la venta de su madera.

La forma de promover la participación campesina debía ser el respeto por las decisiones ejidales y la organización existente. No se entraría con "organigramas" preestablecidos. La entrada no podía ser, además, la capacitación en el sentido tradicional. Una de las principales funciones del equipo debía ser la de elemento catalizador de la organización campesina.

La tendencia general debería ser el surgimiento de formas de administración forestal en el propio ejido.

#### b) Aspectos silvícolas.

Se partía de la necesidad de adoptar un número mínimo de medidas capaces de regular el aprovechamiento caótico que se estaba llevando a cabo, y desencadenar una tendencia hacia el aprovechamiento sostenido de los montes.

La primera medida debía ser la delimitación, por parte de los propios ejidatarios, de áreas que se dedicaran a un uso forestal permanente. Esta era precondition básica para una perspectiva a largo plazo y para una futura ordenación del monte.

La segunda medida era lograr el aprovechamiento de un mayor número de especies, es decir, superar la tradicional explotación selectiva. Ello era así no sólo por razones económicas, sino también silvícolas.

Se debían tomar algunas decisiones con carácter provisional (por ejemplo ciclo de corta) e ir afinándolas a medida que las circunstancias lo permitían.

#### c) Aspectos industriales.

Era instrumental para lograr avances en las líneas anteriores la aceptación de un número mínimo de maderas corrientes tropicales ("lesser known species") por parte de la industria local. La tendencia general debía ser la utilización más inten-

siva de los montes.

Se contaba con estudios tecnológicos de la mayoría de las especies maderables con cierta perspectiva económica, pero faltaban ensayos muy prácticos sobre trabajabilidad. No había una tradición local de carpintería de esas especies.

La industria local fabricaba productos con problemas de diseño, terminación y selección de la madera de acuerdo a sus características decorativas. Si bien había cierta experiencia local para la fabricación de contrachapados con maderas blandas tropicales, la industria prefería basarse en el tradicional uso de caoba.

Estos aspectos, debido a su complejidad, no podrían ser abarcados directamente en el momento de la entrada. Su solución debería posponerse para una segunda fase, cuando ya estuviera constituida una organización estable de productores de materia prima.

#### d) Aspectos de comercialización.

La tendencia general debía ser el logro de negociaciones de mercado más claras en el negocio maderero, y la racionalización del aprovechamiento de la caoba.

En los primeros pasos, deberían reducirse al mínimo los elementos impredecibles que hicieran recaer los riesgos sobre el sector más débil (los campesinos forestales). Para ello, debía reforzarse la capacidad negociadora de éstos.

Debían preverse también acciones reguladoras del Gobierno del Estado sobre las ventas de madera en rollo a la industria, para limitar esos elementos impredecibles.

#### e) Aspectos institucionales.

Un plan que abarcara todos estos aspectos necesitaba de una estrategia de implementación flexible, no acorde con los cánones aplicados en muchos programas de desarrollo rural.

La tendencia general debía ser hacia el surgimiento de un equipo que contara con gran autonomía, tanto en aspectos de operación como de decisión, que reemplazara el tradicional papel de policía forestal por el estímulo y la promoción.

No se buscaba prima facie la coordinación institucional, sino lograr un espacio operativo para el equipo y que éste pudiera desarrollar su acción sin grandes interferencias y sin limitaciones sectoriales de sus atribuciones.

Podemos dividir la estrategia de implementación en dos problemas principales: el de la entrada operativa, y el de seguimiento y afianzamiento a partir de la tendencia desencadenada o apoyada en la entrada.

#### 2. La entrada operativa.

El primer elemento a solucionar era la propia constitución del equipo técnico. Tal equipo fue implementado por acuerdo entre la más alta ins-



tancia política estatal (Sr. Gobernador) y forestal federal (Sr. Subsecretario Forestal), con un criterio de adscripción *ad personam*. Estas dos instancias apoyaron en forma directa y personalizada el accionar de dicho grupo, dentro de un entorno institucional en general hostil.

Se trataba de aprovechar la conjuntura excepcional, e inducir un cambio muy rápido en poco tiempo y con poca inversión. Para ello, el criterio de entrada fue mantener iguales funciones desde el punto de vista técnico, pero reestructuradas de distinta manera y a cargo de distintos actores.

Esto significa que en un primer momento se siguió haciendo básicamente lo mismo, pero cambiando el modo de participar de los campesinos, las empresas y el servicio forestal.

Como no se tenía acceso a todos los problemas institucionales ni industriales, se redujo este último problema a uno solo: el de la empresa - MIQRO.

Se consideró que, con la intervención del Gobierno del Estado, la empresa paraestatal MIQRO debería convertirse en un elemento dinamizador en el sector industrial, diversificando ella misma el número de especies con que trabajaba. Para ello, era importante que el Gobierno del Estado tuviera control sobre la misma, entre otras cosas como elemento regulador del mercado. Ello llevó a la compra por parte de aquél del 49% del paquete accionario de la empresa, lo cual le permitió modificar su esquema operativo.

En lo que hace al modo de operar de servicio forestal, el mismo no podía cambiar radicalmente de un momento a otro. El equipo cumplió básicamente la función de correa de transmisión de los planteamientos ejidales hacia la institución forestal (a veces de verdadero gestor institucional) ofreciendo además los aspectos de asesoría que el servicio forestal debería cubrir pero no cubrir, desligándose del tradicional papel de policía.

En lo que hace a los campesinos, la entrada fue hacer de la explotación forestal un negocio rentable a través de la administración de éste por los propios campesinos. Las condiciones para ello en gran parte ya estaban dadas, y faltaba un catalizador para estructurarlas.

### 3. Primera temporada de corta (1983-1984)

En esta temporada, los ejidatarios tomaron la administración del negocio forestal ejidal en sus manos. Esto significó que los ejidatarios gestionaron y manejaron la documentación forestal, se hicieron cargo de las operaciones de tumba, arrastre y transporte. En lugar de vender su monte en pie vendieron la madera "puesta en fábrica". Los ejidos que no tenían maquinaria de arrastre o de transporte rentaron la misma a particulares pero manteniendo el control administrativo del negocio y el control de las propias actividades de la maquinaria. Para ello, el tradicional contrato de venta del monte fue reemplazado por dos tipos de contrato: uno de venta de

madera puesta en fábrica, y otro de renta de maquinaria. Esto llevó a que los ejidos por primera vez hicieran un cálculo aproximado de sus costos de producción.

Los ejidatarios se capacitaron en el manejo de la documentación forestal, en la cubicación de trozas, en el control de despacho de trocería y en el control de las operaciones de extracción. Estos eran los puntos críticos centrales que se buscaban solucionar el primer año.

El Gobierno del Estado dió créditos a la palabra para la reparación de la maquinaria vieja de extracción que tenían algunos ejidos, rezago de un proyecto institucional abandonado. Este era un ejemplo del tipo de acción oficial que el equipo requería de las instituciones: intervención puntual de las más altas instancias administrativas para solucionar cuellos de botella. El resto de la tarea debía desarrollarse con poca intervención institucional.

Para lograr la venta de maderas poco aceptadas por el mercado, debía reforzarse la posición negociadora de los ejidos. Para ello, se promovió la formación de un frente de comercialización, capaz de consolidar la oferta de maderas preciosas y utilizarla como "gancho" para compra obligada de especies secundarias. Unidos, los ejidos controlaban aproximadamente el 40% de la oferta de madera preciosa en el Estado.

El frente de comercialización de por sí no bastaba para impulsar la venta de especies secundarias. Debía preverse una ingerencia institucional muy directa para lograr impulsarla. Para ello el Gobierno del Estado, luego de la compra ya mencionada de parte del paquete accionario de MIQRO, forzó a esta empresa a la compra de nuevas especies. MIQRO, por otra parte, representaba el único comprador con posibilidades de absorber grandes volúmenes. Esto acotaba los problemas.

Se utilizó además una herramienta burocrática: los permisos forestales para la extracción de caoba salieron condicionados a la extracción obligatoria de un volumen doble de especies secundarias (1 m<sup>3</sup> x 2 m<sup>3</sup>). En el primer año, el número de especies vendidas pasó de dos a diecisiete.

Se buscaba la aparición de mecanismos de mercado más claros que los existentes. Lo logrado presentaba grandes limitaciones debido al forzamiento institucional de la situación, pero presentaba algunos avances. Uno de los más importantes fue que el precio de venta negociado por los ejidos del Plan Piloto tuvo un amplio efecto demostrativo en la región, convirtiéndose de hecho en una especie de precio de garantía.

La entrada silvícola debía incluir elementos que afianzaran una visión a largo plazo, con miras a que el monte se convirtiera en una fuente de ingresos permanente. Esto se logró mediante la delimitación de áreas dedicadas al uso forestal permanente por parte de los propios ejidatarios. Su vieja experiencia maderera y chicleira hizo de esta decisión una herramienta pragmática de



planificación de uso del suelo.

El Servicio Forestal autorizó la realización de inventarios de las áreas de corta anuales, en lugar de inventarios totales. Esta flexibilidad -- fué muy importante, ya que tal tarea hubiera escapado de la concepción del negocio forestal que tenían los ejidatarios este primer año.

En el resto del Estado la situación forestal no cambió, mantenimiento el Servicio Forestal sus tradicionales papeles de policía y de avalar legalmente las decisiones y solicitudes de la industria forestal local.

#### 4. Segunda temporada de corta (1984-1985)

En esta temporada se afianzó el frente de comercialización como herramienta de negociación de los ejidos en sus ventas (básicamente con MIQRO), como asimismo el proceso de control de la extracción por los ejidatarios.

El planteamiento original de movilizar el recurso existente para capitalizarlo y lograr la reinversión de las ganancias en la propia actividad forestal a nivel local comenzó a dar frutos. Los ejidos con mayores recursos forestales comenzaron la compra de maquinaria de arrastre. Esta se llevó a cabo en parte a través de la reinversión de las ganancias, y complementariamente por medio de créditos forestales. Se trataba de los primeros créditos forestales que se otorgaban a ejidos en el Estado.

En esta temporada, aproximadamente un 60% del volumen fué extraído por los ejidos con maquinaria propia. Esto a su vez significó mayores posibilidades de capitalización. Es interesante hacer notar que la mejora económica no sólo sirvió para la capitalización del negocio forestal, sino que sirvió para el financiamiento de actividades agrícolas, y amplió las transacciones comerciales al menudeo a nivel local.

El primer año, el entorno institucional que rodeó al Plan Piloto fué en general de ascepticismo. Ante el éxito obtenido, este segundo año hubo presiones institucionales por encauzar la experiencia dentro de los cánones de control tradicionales (principalmente, en la forma de intentar digitalar la reinversión de las utilidades de los campesinos).

El Gobierno del estado tuvo intervenciones puntuales, a través del Sr. Gobernador, para solucionar los cuellos de botella que surgieron. El concepto general promovido fué que los campesinos dispusieran libremente de los fondos que obtenían de la explotación forestal.

La Subsecretaría Forestal, por otra parte, promovió la extensión de la experiencia. Para el Plan Piloto, esto significó la dispersión parcial del equipo, y una extensión espacial de sus actividades, lo cual alteró los planes originales. Como contraparte positiva, surgía una especie de servicio forestal paralelo que abarcaba casi todos los ejidos forestalmente importantes del Estado.

Lo anterior no era preocupante, en la medida en que no se perdieran los lineamientos originales. Simplemente, es una ilustración del entorno en que debe desarrollarse esta concepción, y al mismo tiempo de que deben considerarse parte estructural del proceso las contramarchas.

En los aspectos industriales, la empresa MIQRO compraba nuevas especies por obligación burocrática, pero no había logrado su procesamiento. Esto solucionaba el aspecto comercial a nivel de la venta de madera en rollo, pero no el aspecto industrial.

#### 5. Tercera temporada de corta (1985-1986)

En esta temporada, los aspectos de extracción -- por parte de los ejidatarios estaban en gran parte afianzados. Los ejidos pequeños comenzaron a comprar maquinaria de transporte. Los ejidos grandes, a complementar su maquinaria de extracción y transporte con maquinaria pesada de uso mixto ("bulldozers"). Un ejido ha instalado un aserradero de cinta, y otros están dando pasos en ese sentido.

El grado de desarrollo alcanzado en las empresas ejidales permitió una acción más clara por parte del equipo técnico. La acción inicial, básicamente de catalización y promoción, fué incorporado cada vez más elementos de asesoría técnica.

El punto crítico en esta temporada fué provocado por la crisis de la empresa MIQRO. El papel que se había previsto para ella, de promotora del desarrollo forestal a nivel regional, a través de una ampliación de las relaciones horizontales -- con otras empresas locales, no había sido asumido por la misma. En lugar de ello, la empresa había intentado coordinar sus actividades con otras empresas del mismo grupo financiero para asaltar al que pertenecía, ubicadas en otras partes del país, sin ningún efecto para el desarrollo regional. A ello se sumó una indefinición en la política de compra de la empresa. Luego de haber comprado durante dos años principalmente maderas blandas para la fabricación de contrachapados, repentinamente la empresa decidió comprar maderas duras. Esta decisión fue tomada después que ya se habían cerrado contratos con los ejidos. Los ejidatarios se quedaron con la madera cortada y en el monte.

Es decir, que el elemento que se había pretendido regulador se convertía en el más impredecible.

Este problema no era de acceso directo por parte del equipo. Sin embargo, se habían iniciado líneas para dar una solución al problema del procesamiento de especies secundarias. En 1986, el Gobierno del Estado firmó un convenio con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para la construcción de un taller que procesara maderas corrientes tropicales, el cual comenzará a funcionar en marzo de 1987. La función de tal taller será a la vez la realización de ensayos de carácter muy práctico (carpintería de muebles y estructuras hechos con especies secundarias), y dar asesoría a la industria local y a los ejidatarios.

## 6. Constitución de la sociedad civil y de la Dirección técnica forestal.

A fines de 1985, los campesinos llegaron a la -- conclusión de que debería formarse una organización que retomara la forma de operar que se había dado en los últimos años pero que tuviera -- personalidad jurídica. La figura jurídica que -- ofrecía más posibilidades de autonomía era la de Sociedad Civil. Tal sociedad se constituyó en mayo de 1986, con el nombre de Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo, S. C.

Tal planteamiento, por otra parte, era una búsqueda de afianzamiento del grupo campesino, ante la situación imprevisible que abría el cambio -- del gobierno estatal a principios de 1987.

Durante los primeros años, había venido surgiendo el sujeto capaz de regular la presencia institucional. Se trataba ahora de dar el segundo paso, es decir, constituir una estructura hacia la cual se pudieran canalizar apoyos en forma directa. Los campesinos ganaban espacio institucional, al convertirse ahora a través de un convenio con la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en sujetos jurídicos responsables de la administración de sus montes.

Para el equipo técnico, esto también era una solución, ya que mediante la creación de otra figura legal, la Dirección Técnica Forestal, al servicio de los ejidos, lograba ponerse al margen -- de gran parte de los problemas institucionales -- que habían surgido.

Por otra parte, el Gobierno del Estado firmó -- otro convenio con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), de riesgo compartido para el ensayo de un plan de manejo en los montes de los ejidos del plan piloto. Era claro que, si -- bien los resultados redundaban en beneficio de -- los ejidatarios, los costos de la investigación no podían quedar a cargo de los mismos. La elaboración del proyecto CONACYT, por otra parte, -- quedó a cargo del Plan Piloto. Uno de sus principales objetivos es desarrollar los elementos -- técnicos que permitan el surgimiento de una verdadera administración forestal. Este es un ejemplo del tipo de apoyo técnico externo que en la actualidad se requiere, y que puede ser canalizado directamente hacia la Sociedad Civil.

## 7. Situación actual y perspectivas.

El plan piloto forestal de Quintana Roo ha realizado considerables avances en varios de los aspectos originalmente planteados. Se puede considerar que los aspectos campesinos y silvicultura les están encauzados. La tendencia a la destrucción del monte ha desaparecido, y hay un proceso de afianzamiento de la organización forestal campesina.

En sí, constituye un ejemplo de cómo un planteamiento novedoso y una estrategia de implementación inteligente pueden significar una racionalización efectiva del gasto público, con efectos -- importantes para el desarrollo rural. De hecho, --

el Plan Piloto costó al gobierno federal solamente los sueldos de los técnicos (menos de diez), y al Gobierno del Estado de Quintana Roo sólo aportes puntuales para gastos de operación (gasolina etc.). Los gastos para montar la oficina muy modesta de la Sociedad Civil y la Dirección Técnica Forestal también fueron aportados por el Gobierno del Estado.

En los otros aspectos, el desarrollo no ha sido tan lineal.

En los aspectos industriales, se han echado las bases para la realización de un trabajo con efecto demostrativo en lo que hace a procesamiento -- de especies secundarias. Algunos industriales se han convencido que ésta es la única solución a -- largo plazo, "han iniciado pasos en este sentido." Otros industriales siguen su forma de operar tradicional, y no es de sorprender su oposición al Plan. Debe preverse una mayor acción -- por parte del Gobierno del estado para regularizar este entorno, y principalmente para rescatar el papel que originalmente se había previsto para MINGRO.

En aspectos de comercialización, la situación ha mostrado cierta tendencia a autorregularse. Las -- iniciativas tomadas por algunos industriales locales, si bien de carácter limitado, han mejorado las posibilidades de venta de especies secundarias por parte de los ejidos. Para ampliar esa tendencia, debe preverse una acción reguladora -- más clara por parte del Gobierno del Estado.

En los aspectos institucionales, si bien dentro del área del Plan Piloto, y más recientemente en la Zona Maya, se han conformado grupos técnicos de carácter semioficial que por primera vez están llevando a cabo un trabajo con miras a constituir una verdadera administración forestal, el Servicio Forestal oficial sigue operando en la -- forma tradicional. Esto es así por razones estructurales, ya que la misma organización del -- servicio le impide desarrollar tareas específicamente forestales.

En otros aspectos, si bien el desarrollo del -- Plan Piloto ha tenido un efecto demostrativo -- hacia la parte campesina, la forma de operar del mismo no ha sido retomada por otras instituciones. Es particularmente crítico el problema de -- las instituciones de crédito. Debe preverse un -- mecanismo de consulta para evitar la canalización de créditos hacia proyectos extensivos, en forma que atenten contra la permanencia del -- curso forestal.

En resumen, el concepto original de no considerar al Plan Piloto como un proyecto sino como una -- estrategia ha mostrado sus frutos. El grupo de ejidatarios totalmente desinteresados de la actividad forestal se ha convertido en un importante grupo de presión capaz de regular la acción de -- las instituciones. A pesar de las contramarchas, previstas como fenómeno estructural dentro de -- nuestra perspectiva conceptual, el Plan Piloto -- Forestal como ejemplo de política forestal alter --

nativa a la tradicional sigue siendo válido.

El hecho de que el plan piloto coincida con los intereses estratégicos del Gobierno del Estado de Quintana Roo parece ser una buena vía para - lograr ampliar en el futuro los aspectos de --- coordinación mencionados.



LAND-USE AND VEGETATION PATTERNS IN NIGERIA IN  
RELATION TO FORESTRY DEVELOPMENT 1/

Akinwumi B. Oguntala 2/

---

Abstract - The land-use and vegetation patterns in Nigeria were studied in relation to forestry development. The albedo (or reflection co-efficient) of the natural vegetation and that of the existing land use patterns was also observed. Due to human pressure forests have been reduced to only about 10.0% of land, while grasslands and arid lands have increased in size. Similarly the albedo has increased particularly in the grasslands, altering the energy balance in the country. An integrated land-use practice which gives more emphasis to forestry development will stabilize the country's environment.

Abstracto--Los patrones de usos del terreno y de vegetación en Nigeria se investigaron con respecto al desarrollo de la silvicultura. También se observaron el albedo (o coeficiente de reflexión) de la vegetación natural y el albedo de los patrones actuales de usos del terreno. Debido a las presiones humanas el área de los bosques se ha reducido a sólo un 10,0 por ciento del terreno, mientras que el área de los campos de pastoreo y los terrenos áridos ha aumentado. Semejantemente el albedo se aumentó particularmente en los campos de pastoreo, cambiando el equilibrio de energía en el país. Métodos integrados del uso de terrenos que dan más énfasis al desarrollo de la silvicultura estabilizarán el medio ambiente de país.

---

### Introduction

In many tropical countries a rapid method of appraisal of the land resource and interaction with the people is urgently needed so that prevailing practices (or likely practices) of forest management and agriculture can be used to predict an array of uses Webb et. al. (1980). The rapid economic growth in Nigeria, (due to oil wealth) has contributed greatly to the rapid use (and mis-use) of the land. In the absence of a comprehensive land use map for the country, various land-use activities have remained uncoordinated leading to rapid degradation of the Nigerian environment. In order to provide reliable data and information on the areas of the country under different vegetation types/land-use practices, the Federal Department of Forestry carried out a time-based study of the country's land resources using the Side Looking Airborne Radar (SLAR) System Allen and Shinde (1981).

---

A 1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics. International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31 1987).

2/ Akinwumi B. Oguntala (Dr.)  
Principal, School of Forestry, Forestry  
Research Institute of Nigeria,  
P.M.B. 5054, Ibadan, Nigeria.

In this paper, the vegetation and land-use pattern and albedo in Nigeria have been studied with particular reference to forestry activities.

### General Features

Nigeria, a tropical West African country is approximately 90,879,138ha or 924,000km<sup>2</sup> in size. It is bordered to the north by the Sahara Desert and to the South by the Atlantic Ocean. The climate is typical of the tropical zone dominated by two seasons, the rainy season (April - October) and dry season (November - March). The annual rainfall varies from about 500mm in the north to about 3000mm in the south. The vegetation is dominated by the Savanna with some forests still present mainly in the Southern coastal areas.

The land-use pattern in Nigeria is dominated by an agricultural practice called shifting cultivation, and about 70 per cent of the land is under the system. The natural forests are constantly being cleared for shifting cultivation.

### Land-use studies in Nigeria

Previously, attempts at obtaining large scale information about the country met with a lot of difficulties.

The use of remote sensing systems such as aerial photography or satellite imagery is limited because these techniques are affected by cloud and dust which cover most of the country during the year Allen and Shinde (1981)

The most comprehensive land-use study in Nigeria was carried out between October 1976 and March, 1977 using the Side Looking Airborne Radar (SLAR) system.

#### Land-use and vegetation Pattern in Nigeria

Table 1 gives the summary of the major vegetation types and land-use patterns in Nigeria as at 1976. Human activities (shifting cultivation, timber exploitation etc) have reduced the relatively undisturbed forest area (rainforest and swamp forests) to only about 10% of the total land area of the country the rain forest proper being only 5.54 per cent or 4.9m hectares in area. The rainforest which was over 30% of the total land area of the country in 1951 Mbakwe (1986) would most likely become extinct by the year 2,000 unless concerted effort towards its conservation is embarked upon. Conversely farm and grazing lands covered about 25% of the total land area in 1951 are now over 70% of the land areas. Such farm/ grazing lands are mostly in form of farm fallows, devoid of many trees and burnt annually - savanna of various types. Arid grasslands now cover about 16% of the land area.

Table I - Major land-use pattern in Nigeria

Classification	Area in ha.	% of the Country
Grassland	14,576,306	16.34
Shrub/Wood land thicket (including farm fallows)	28,554,930	32.01
Forestland (Rainforest)	4,942,028	5.54
Forestland (Mangrove/Swamp Riparian)	3,773,426	4.23
Forest Plantation	124,889	0.14
Crop Plantation	151,651	0.17
Farmland (6% intensity)	12,256,943	13.74
Other extensive farmland areas	23,800,235	26.68
Water/Rivers Creeks	731,491	0.82
Built-up-areas	294,381	0.33
Total:	89,206,279	100

Table 2 gives the area of vegetation types in Nigeria. The dominant vegetation type in Nigeria is the Savanna consisting of 83% of the total land area of the country, while the rainforest now covers only 10% of the land. The Sahel (or desert vegetation) covers 3%.

There are two broad types of vegetation in Nigeria: forest and savanna. Each of these has variants partly due to human interference, whose nature and extent cause variations in both floristic diversity and the structural appearance of plant communities. In broad terms a zonal pattern is observable changing from the tropical forest in the south to the Sahel savanna in the extreme north east. The land-use pattern in Nigeria is very complex; although some areas show a distinct orientation towards particular types of agricultural enterprise, for most parts of the country there is no clear-cut tendency towards a particular land-use system. Thus in every part of the country the people have adopted multiple land-use systems growing a variety of crops within the same locality. Each class of land-use type is a land-use vegetation system Oguntoyinbo (1974).

Table 2 - Area of vegetation types in Nigeria

Vegetation Types	Area (km <sup>2</sup> )	% Total land area
Sahel	31,463	3
Sudan Savanna	342,158	35
Guinea Savanna	400,768	40
Derived Savanna	75,707	8
Lowland rainforest	95,372	10
Fresh water Swamp forest	25,563	3
Mangrove forests and coastal vegetation	12,782	1
Total:	983,213	

#### The effects of land-use patterns on albedo

The albedo or reflection co-efficient of a surface is of great significance to its energy budget. Oguntoyinbo (1972) studied the albedo characteristics over different vegetation types and land-use patterns in Nigeria.

Table 3 gives the values of albedo in different parts of Nigeria. The lowest values of 0.12 and 0.13 were obtained in the evergreen mangrove and rainforests along the coastline of the country, while the highest values of 0.2 and 0.22 were obtained in the grassland areas of the country.

Seasonal variations were also observed in the albedo values. The higher values being obtained during the dry season period. Human activities have increased the albedo in this part of the world subsequently causing reduction in total rainfall of the area and thus increasing desertification.

Table 3 - Mean values of Albedo over different Vegetation covers

Description of Vegetation Cover	Albedo
Mangrove and Freshwater swamps	0.12
Tropical Rainforest	0.13
Derived Savanna:	
Forest	0.12
mixed deciduous and grass	0.14
grass (green)	0.17
grass (dry)	0.19
Savanna	
pure green	0.17
pure dry	0.22
mixed green	0.17
Water Surface (River Niger)	
clear	0.06
dirty	0.12

Source: Cguntoyinbo (1972).

The pattern of wood consumption in Nigeria is given in Table 4. In 1975 over 90% of wood resources were used as fuelwood/charcoal and the value is estimated to remain high (70.96% by 1995), while the demand for other wood resources (sawnwood plywood and paper) are expected to rise. There is a great deficit in the supply of these resources as of now, massive tree planting is the only means of meeting future wood demands.

Table 4 - Pattern of Wood Consumption in Nigeria

Type of Wood	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> round wood			Annual Growth %
	1975	1985	1995	
	(Estimated)			
Building poles	1.6	1.95	2.30	1.8
Fuelwood and Charcoal	42.0	49.0	54.0	1.2
Sawnwood	2.08	4.97	11.48	8.9
Plywood	0.13	0.40	1.12	11.5
Paper products	0.56	2.16	7.20	13.6
% Fuelwood/Charcoal	90.58	83.79	70.96	

#### Forest policy and Land-use planning in Nigeria

In a petroleum dependent economy like Nigeria, wood for fuel still constitutes over 80% of total wood consumption, while in some parts of the country search for fuel consumption has shifted to other biomass resources like agricultural wastes. The traditional supply sources of wood fuel are gradually diminishing through massive forest clearance (shifting cultivation). The tropical rainforest and the woodland which have provided fuelwood and charcoal have undergone severe pressure in recent past (Table I).

There is an urgent need to evolve a forest policy for Nigeria and other tropical states that would ensure sustained supply of wood and prevent environment backlashes at the same time.

#### Natural forest management for fuel

The potential for managing Nigeria's forests for fuelwood (rather than completely clearing such) is still great, since almost all the fuelwood being utilized come from the natural forests and woodlands. The plantation programmes in Nigeria constitute only a very negligible portion of the fuelwood requirement of the country.



The advantages of natural forest management for fuelwood production include the sheer predominance of the vegetation type. The natural forests can be properly managed for food, firewood, fodder, building materials, medicine and other numerous household needs. Natural forests also serve the role of maintaining macro environmental stability as well as protecting the micro-environments of numerous organisms. A gradual expansion of natural forest management as a fuelwood production strategy (apart from other purposes) will succeed if given the necessary encouragement.

#### Forest Plantation development in Nigeria

Large scale afforestation programmes are being embarked upon in Nigeria. The total volume of fuelwood produced in the country in 1977 excluding charcoal (with a share of 5%) was 60.8 million m<sup>3</sup>.

It is estimated that the Savanna region covering over 80% of the total land area of the country contributes only about 30% of this volume, yielding a total output of about 18.24 million m<sup>3</sup>. From various ecological studies, Oguntala (1982), it has been suggested that a great portion of the Nigerian savanna is suitable for sustained wood production, but at present only the natural forest portion of the savanna region serves as the source of fuelwood supply in the region. In Nigeria, the current National Development Plan, envisages the establishment of 500ha of fuelwood plantations annually in each of the ten savanna states for five years.

At the same time each state will undertake to supply and distribute 1.7 million seedlings to farmers to plant annually by expanding the capacities of existing nurseries or creating new ones. The seedlings are to be distributed to the farmers directly with the assistance of local government authorities. It is envisaged that the average size of each annual coupe or block will be about 50 hectares. Farm forestry or village forestry has a great potential in the tropics, particularly in Africa.

#### References

1. Allen P. E. T. and Shinde N. N. - Land-use area data for Nigeria. UNDP/FAC/FGN Project Working Document No.1 Vol. 1 FC/FO: NIR/77/009 (1981) 85 pp.
2. Mbakwe, R. C. The process of deforestation in Nigeria and its ecological consequences In: The Challenge of deforestation in Nigeria. Proc. 1986 Annual Conference of the Forestry Assoc. of Nigeria 1986. pp 101 - 110.
3. Oguntala, A. B. Macroclimatic limits of the rainforest in Nigeria. Paper presented at the UNESCO/MAB/ UNEP Regional Training Seminar on Impacts of Human Activities on Forest Ecosystems, University of Ibadan 15 - 27 March, 1982.
4. Oguntoyinbo, J. S. The radiation balance over natural and artificial surfaces in Nigeria. Unpubl. Ph.D. thesis University of Ibadan, Ibadan, 1972.
5. Oguntoyinbo, J. S. Land-use and reflection co-efficient (Albedo) Map for southern parts of Nigeria Agric. Met 13. pp 227 - 237, 1974
6. Webb, L. J. Dale M. B. Hamiton, L.S. Kikkawa J. and Tracy J. C. Assessment of site potential from vegetation and landscape features in the wet tropics In: Tropical Ecology and Development J. I. Furtado (Ed.) pp. 15-31 1980.

Diego Fabián Lozano-García y Chris J. Johannsen <sup>2/</sup>

**Resumen--** Se presenta el uso de microcomputadoras en el análisis de imágenes multispectrales y sistemas geográficos de información. Empleando mapas publicadas por DETENAL e imágenes de satélite, se desarrolló un conjunto de datos cartográficos digitales, con el cual los usuarios pueden producir nueva información, de acuerdo a sus requerimientos. Dos ensayos de aplicación, muestran el uso de los datos su utilidad en aplicaciones en actividades tales como planeación del uso del suelo.

**Abstract--** This paper presents the use of microcomputers in the analysis of multispectral scanner data and geographic information systems. Using maps published by DETENAL and Landsat-1 MSS data, a set of digital cartographic data was produced, this data set can be used to generate new information according to the requirements of the user. Two applications were developed to show the use and capabilities of the system in areas such as land-use planning.

### Introducción

La información sobre localización, abundancia y accesibilidad de los recursos naturales de un país o región, es un elemento de gran importancia en los procesos de planeación, uso y conservación del patrimonio nacional. Para aquellos involucrados tanto en investigación así como en el proceso de toma de decisiones, el tener acceso y el contar con técnicas capaces de manipular, combinar y actualizar dicha información es de capital importancia.

Los avances mas recientes en la tecnología de la computación han hecho posible el diseño y creación de sistemas que permiten integrar información tradicionalmente presentada en forma de mapas. Un avance paralelo en la percepción remota nos permite obtener nuevos tipos y grandes cantidades de información sobre los recursos naturales así como de su dinámica, tanto en el tiempo, como en el espacio.

Desde un punto de vista general, un sistema geográfico de información permite almacenar, mantener y analizar datos cartográficos y tabulares. Esta definición involucra el uso de datos de muy diversos orígenes tales como mapas a diferentes escalas y proyecciones cartográficas, fotografías aéreas e imágenes de percepción remota (barreadores multispectrales, radar); así como inventarios del tipo de los censos nacionales, colecciones científicas, etc.

El almacenamiento y manejo de grandes volúmenes de datos hace casi obligatorio el uso de computadoras digitales.

La parte mas importante de dicho sistema, es la del análisis de los datos, ya que es en este subsistema en donde el usuario toma decisiones basandose en sus objetivos y criterios.

Finalmente, los productos del análisis de los datos, es decir, la información generada por y para los usuarios, debe hacerse accesible en la forma de nuevos mapas o reportes.

El reto que actualmente enfrentamos es el de combinar los avances logrados, con los inventarios ya existentes y proporcionar a los usuarios potenciales una herramienta capaz de manipular grandes volúmenes de información proveniente de diversas fuentes y que al mismo tiempo, el técnico o especialista pueda operar sin requerir un entrenamiento largo o costoso.

El objetivo de este trabajo es el de desarrollar un sistema geográfico de información, utilizando cartografía ya

1/ Artículo presentado en la Reunión de Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. (Chetumal, México, Enero 25-31, 1987).

2/ Diego Fabián Lozano-García y Chris J. Johannsen, Estudiante Graduado y Director respectivamente, en el Laboratorio para Aplicaciones de la Percepción Remota, Universidad de Purdue, West Lafayette, IN.



información, utilizando cartografía ya existente, empleando programas y equipos disponibles en el mercado, y probar su utilidad con base en dos ensayos de aplicación de las técnicas de percepción remota integradas a un análisis cartográfico.

### Fuentes de Información

Como fuente de datos cartográficos, se utilizó la "Síntesis Geográfica de Morelos" publicada por la Secretaría de Programación y Presupuesto. Esta publicación consiste de un folleto descriptivo y un anexo cartográfico que incluye la geografía física de la entidad (tabla 1), a una escala de 1:250,000.

Tabla 1. Información Cartográfica.

Mapa	Escala	Clases
División Política	1:250,000	33
Comunicaciones	1:250,000	11
Poblaciones	1:250,000	7
Topografía	1:250,000	
Fisiografía	1:250,000	34
Geología	1:250,000	10
Suelos	1:250,000	23
Hidrología Sup.	1:250,000	15
Hidrología Sub.	1:250,000	7
Climas	1:250,000	10
Vegetación/		
Uso del Suelo	1:250,000	38
Precipitación Media	1:500,000	4
Temperatura Media	1:500,000	11
Frec. de Heladas	1:500,000	10
Frec. de Granizadas	1:500,000	10

Esta publicación está organizada con base en fuentes de datos tales como el Marco Geoestadístico Nacional, la División Nacional de Cuencas y las cartas publicadas por DETENAL. Puesto que las cartas que acompañan a la Síntesis Geográfica se encuentran a la misma escala y proyección geográfica, son una excelente fuente de mapas base sobre los cuales es posible realizar combinaciones para generar "nuevos mapas", los cuales proporcionan al usuario o especialista, una herramienta mucho más útil para su trabajo.

Una imagen del satélite Landsat-1, obtenida el 24 de Marzo de 1973 fue utilizada en el análisis de percepción remota de este trabajo.

### Procesamiento

La captura de información (a formato digital), así como todos los pasos en la

preparación de los datos, análisis y presentación de los resultados se realizó empleando el sistema ERDAS. Este sistema está basado en una computadora personal IBM-AT, con 1.5 mg bytes de memoria, un procesador de imágenes con monitor de alta resolución de 512 x 512 x 32 bits, un disco de 72 mg bytes de almacenamiento, una tabla digitalizadora y otros equipos periféricos.

El sistema cuenta con módulos de programas que incluyen entre otros:

#### Procesamiento de Imágenes

- Clasificación
- Realces
- Registración

#### -Análisis Cartográfico

- Edición de datos
- Análisis

#### -Digitalización

- Creación de polígonos
- Conversión de sistemas de coordenadas
- Transformación de polígonos a celdas

#### Digitalización

La primera fase del trabajo consistió en la digitalización de 16 mapas temáticos de la Síntesis Geográfica. Inicialmente, la digitalización se realizó en formato de polígonos, los cuales fueron posteriormente transformados al formato de celdas, lo que los hace compatibles con las imágenes de satélite y los resultados de la clasificación de estas. Puesto que la escala de los mapas corresponde a una cobertura estatal, se decidió emplear una celda de 100 x 100 metros como tamaño base en los mapas digitales.

#### Análisis Multiespectral

En primer lugar, el canal cuatro (0.8 a 1.1  $\mu$ m) de la imagen landsat fue remuestreada a un rango dinámico de 0-127, para que las cuatro bandas de la imagen presentaran el mismo rango dinámico. A continuación, se utilizó un algoritmo de análisis de agrupamientos en toda la imagen (1200 líneas por 1340 columnas) para generar las estadísticas de entrenamiento. Como resultados se obtuvieron 47 clases espectrales, de estas se mantuvieron 13 clases. Posteriormente se añadieron 2 clases (nieve y selva baja) utilizando un método de entrenamiento supervisado. Para la clasificación se utilizaron las 15 clases finales (tabla 2) y la imagen Landsat a su escala original (elementos de resolución de 59 x 76 m.).



Tabla 2. Resultados de la Clasificación de la imagen Landsat.

	Clases	Hectáreas	Porcentaje
1	Suelo	207,042	21.31 %
2	Derrame con vegetación	17,285	1.78 %
3	Suelos oscuros	38,182	3.93 %
4	Bosque de pinos	3,496	0.36 %
5	Bosque de pinos en canadas	775	0.08 %
6	Cultivos	53,293	5.49 %
7	Bosque de pinos	9,404	0.97 %
8	Pastizal	61,010	6.28 %
9	Suelo	25,518	2.63 %
10	Suelo	5,130	0.53 %
11	Cultivos	30,233	3.11 %
12	Pradera de alta montaña	1,731	0.18 %
13	Lagunas	1,047	0.11 %
14	Selva baja caducifolia	29,034	2.99 %
15	Nieve	58	0.01 %

Tanto la imagen Landsat como la clasificación resultante, se corrigieron y registraron a la base cartográfica, para ello se determinaron 28 puntos de control (puntos con coordenadas conocidas tanto en el mapa como en la imagen) distribuidos sobre toda la imagen. Dichos puntos son empleados por un programa que realiza el remuestreo de la imagen utilizando un algoritmo de "el vecino mas cercano".

El primer criterio a utilizar fue el localizar aquellas áreas con morfología montañosa utilizando el mapa de fisografía, en combinación con el mapa de precipitación media anual, para generar un mapa que muestre zonas con condiciones climáticas y geomorfológicas poco propicias para el desarrollo agropecuario. En este paso se utilizó el programa denominado matrices, el cual realiza operaciones de algebra booleana con los mapas digitales. Como resultado se obtuvo un mapa de las zonas candidatas (CANDIDAL.GIS) con 16 diferentes clases (Tabla 3).

### Análisis Cartográfico

En la fase del análisis cartográfico, se realizaron dos ensayos, con el objeto de estimar la flexibilidad y potencial del sistema. El primero consistió en determinar que zonas en el estado podrían ser destinadas a una reserva ecológica. El segundo ensayo involucro el uso de la imagen Landsat (tanto los datos originales como la clasificación) en combinación con los mapas base, para determinar áreas con potencial de erosión.

### Parque Ecológico

El objetivo de este ensayo fue el de "localizar áreas" con potencial para el establecimiento de un parque ecológico, en áreas con limitado potencial de uso agropecuario y donde los recursos naturales se encuentren en adecuado estado de conservación.

La figura 1 muestra los pasos llevados a cabo en el análisis, indicando los mapas utilizados así como el tipo de operación realizado.

Tabla 3. Fisiografía Montañosa y Precipitación

Clases	Hectareas
Estrato Volcanes, 800-1000 mm.	2,991
Sierra Ladera Abrup. 800-1000 mm.	4,356
Sierra Baja, 800-1000 mm.	9,991
Sierra Ladera Abrup. 800-1000 mm.	58,621
Cañón, 800-1000 mm.	1,699
Sierra Compleja, 800-1000 mm.	16,826
Sierra Cumbres Tend. 800-1000 mm.	4,468
Sierra Lad. Escarp. 800-1000 mm	40,259
Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	11,025
Sierra Lad. Abrupta, 1000-1200	1,115
Sierra Compleja, 1000-1200 mm.	5,231
Sierra Cumbre Tend. 1000-1200 mm.	1,619
Sierra Lad. Escarp. 1000-1200 mm.	261
Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	23,293
Sierra Lad. Abrupta, 1200-1500	3,501
Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	5,799

Empleando el mapa de vegetación y uso actual del suelo, se seleccionaron las clases cuyos tipos de vegetación se encontraran en adecuado estado de conservación. De las 39 clases presentes en el mapa de uso del suelo se seleccionaron 9, correspondientes a Bosque

Mesófilo de Montaña, Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, Selva Baja Caducifolia, Bosque de Oyamel, Bosque de Pino-Oyamel y Pradera de Alta Montaña. Utilizando de nuevo el programa de matri-

ces, se combinaron las 9 clases de vegetación con el mapa CANDIDA1.GIS produciendo un mapa con 27 clases (Tabla 4), el cual se denominó CANDIDA2.GIS.

Tabla 4. Vegetación, Fisiografía Montañosa y Precipitación.

Clases	Hectáreas
Mesofilo, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	3,552
Oyamel, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	548
Oyamel, Ladera Abrupta, 1200-1500 mm.	1,284
Pino, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	389
Pino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	3,962
Pino, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	1,281
Pino-Oyamel, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	280
Pino-Oyamel, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	589
Pino-Encino, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	449
Pino-Encino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	3,077
Pino-Encino, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	317
Encino, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	297
Encino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	1,364
Encino-Pino, Ladera Abrupta, 1000-1200 mm.	668
Encino-Pino, Cumbre Tendida, 1000-1200 mm.	728
Encino-Pino, Ladera Escarpada, 1000-1200 mm.	18
Encino-Pino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	861
Encino-Pino, Ladera Abrupta, 1200-1500 mm.	536
Encino-Pino, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	77
Selva Baja, Sierra Baja, 800-1000 mm.	1,531
Selva Baja, Ladera Escarpada, 800-1000 mm.	7,012
Selva Baja, Cumbre Tendida, 800-1000 mm.	431
Selva Baja, Ladera Escarpada, 800-1000 mm.	11,634
Selva Baja, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	1,105
Selva Baja, Cumbre Tendida, 1000-1200 mm.	286
Selva Baja, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	11
Pradera, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	319

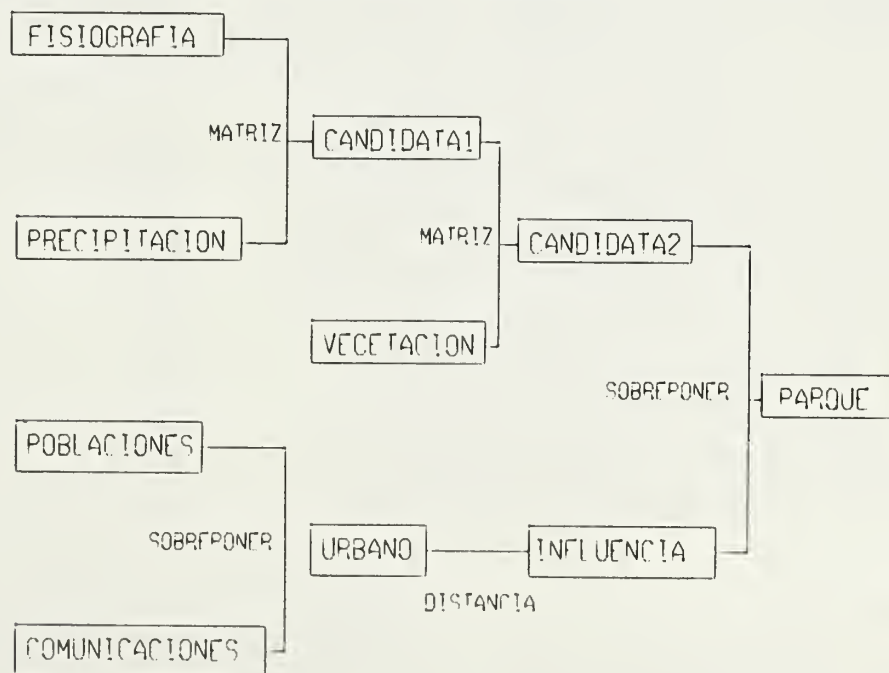


Figura 1. Diagrama de Flujo de las operaciones realizadas y los archivos utilizados.

Los mapas de comunicaciones y poblaciones se unieron para obtener el mapa de infraestructura urbana (URBANOL.GIS) presente en el Estado. Con el objeto de contar con una estimación de el área de influencia de estas áreas, se realizó un análisis de proximidad para las clases presentes en el mapa URBANOL.GIS. Este método clasifica cada una de las celdas en el mapa con base en un criterio de distancia a la o las clases de interés. en este análisis utilizó una distancia de 1000 m dividida en 10 clases.

El paso final fue la combinación de los mapas CANDIDA2.GIS e INFLU1.GIS para obtener el mapa que muestre las áreas que pudieran destinarse para el establecimiento del parque ecologico. La figura 2 muestra la distribución de los diferentes áreas candidatas, con las áreas de influencia de la infraestructura urbana. La tabla 5 muestra las áreas por tipo de vegetación, geomorfología y precipitación obtenidas en este ensayo.

## Riesgo de Erosion

En el segundo ensayo, se establecieron como objetivos el localizar áreas con potencial de erosion, determinadas a partir de la clasificacion de una imagen de satelite y la informacion cartografica disponible.

El Primer paso en este analisis fue el obtener la clasificacion multiespectral de la imagen Landsat. Los resultados de la clasificacion fueron remuestreados a un tamaño de celda de 100 x 100 m y registrados a la base cartografica. A continuacion, utilizando el mapa de FISIOGRAFIA, se combinaron las áreas de montana con las clases de suelo derivadas de la clasificacion multiespectral. La figura 3 muestra la distribucion de dichas áreas

Tabla 5. Areas Candidatas Finales, ordenadas por Tipo de Vegetación, Fisiografía y Precipitación.

Clases	Hectareas
Mesofilo, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	1,858
Oyamel, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	548
Oyamel, Ladera Abrupta, 1200-1500 mm.	1,284
Pino, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	78
Pino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	3,456
Pino, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	1,023
Pino-Oyamel, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	243
Pino-Oyamel, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	551
Pino-Encino, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	35
Pino-Encino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	1,174
Pino-Encino, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	129
Encino, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	31
Encino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	199
Encino-Pino, Ladera Abrupta, 1000-1200 mm.	532
Encino-Pino, Cumbre Tendida, 1000-1200 mm.	643
Encino-Pino, Ladera Escarpada, 1000-1200 mm.	4
Encino-Pino, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	858
Encino-Pino, Ladera Abrupta, 1200-1500 mm.	536
Encino-Pino, Estrato Volcanes, 1500-2000 mm.	56
Selva Baja, Sierra Baja, 800-1000 mm.	1,211
Selva Baja, Ladera Escarpada, 800-1000 mm.	6,678
Selva Baja, Cumbre Tendida, 800-1000 mm.	191
Selva Baja, Ladera Escarpada, 800-1000 mm.	7,561
Selva Baja, Estrato Volcanes, 1000-1200 mm.	507
Selva Baja, Cumbre Tendida, 1000-1200 mm.	123
Selva Baja, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	1
Pradera, Estrato Volcanes, 1200-1500 mm.	319

## Discusión y Conclusiones

La diversidad en el medio ambiente del estado de Morelos, proporciona un excelente ejemplo de las condiciones en donde los sistemas geográficos de información presentan una gran utilidad. la

posibilidad de crear nuevos mapas temáticos combinando clases dentro de un solo mapa es de gran ayuda para el usuario. La manipulación de los datos en este tipo de sistemas facilita el análisis de interacciones entre variables de muy diversa índole, tales como la fisiografía,



el clima, la vegetación, el desarrollo urbano, etc.

Uno de los mayores costos en cualquier tipo de inventarios es la colección inicial de datos. Los gastos de almacenaje, mantenimiento y sobre todo de actualización de los inventarios pueden ser considerablemente reducidos utilizando los sistemas digitales. Puesto que los cambios identificados en el terreno, poseen un valor y dirección únicos (de acuerdo a sistema de coordenadas empleado), la identificación y modificación de aquellos puntos en donde han ocurrido cambios puede realizarse automáticamente.

Tanto la interpretación de datos de percepción remota, como el uso de los sistemas geográficos de información, deben considerarse como herramientas que al combinarse pueden facilitar y complementar el análisis de los datos.

Los resultados obtenidos muestran la posibilidad de utilizar microcomputadoras en análisis de datos de percepción remota en combinación con sistemas geográficos de información. La flexibilidad con que esta nueva tecnología permite realizar la entrada de datos, el almacenamiento y su análisis, es de particular valor para científicos y usuarios con limitada experiencia en el uso de computadoras. Desde el punto de vista institucional, el uso de microcomputadoras implica una inversión mucho menor tanto en los equipos como en los programas, además estos sistemas se usan en innumerables aplicaciones que requieren el procesamiento electrónico de datos.

La flexibilidad del sistema permite adaptarse a diferentes objetivos y

utilizando los datos disponibles, obtener los resultados deseados. Esto implica que usuarios de diferentes especialidades pueden hacer un uso efectivo del sistema.

Es necesario desarrollar programas para microcomputadoras que permitan combinar fuentes de datos tabulares o atributos puntuales con las bases de datos cartográficos. Al mismo tiempo es necesario desarrollar algoritmos que permitan relacionar los atributos de las clases con los elementos en el terreno.

#### Referencias

Bartolucci, L.A., T.L. Phillips and C.R. Valenzuela. 1983 Bolivian Digital Geographic Information System. Proc. 9th. Machine Processing of Remotely Sensed data Symposium. LARS-Purdue University, West Lafayette, IN. June 21-23

Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, 1981 Síntesis Geográfica de Morelos. Secretaría de Programación y Presupuesto. Mexico D.F., 110 pp y Anexo Cartográfico.

Shelton, R.L. & J.E. Estes. 1981 Remote Sensing and Geographic Information Systems: An Unrealized Potential. Geo-Processing 1:395-420.

Walsh, S. J. 1985 Geographic Information Systems for Natural Resource Management. Journal of Soil and Water Conservation 40(2):202-205.

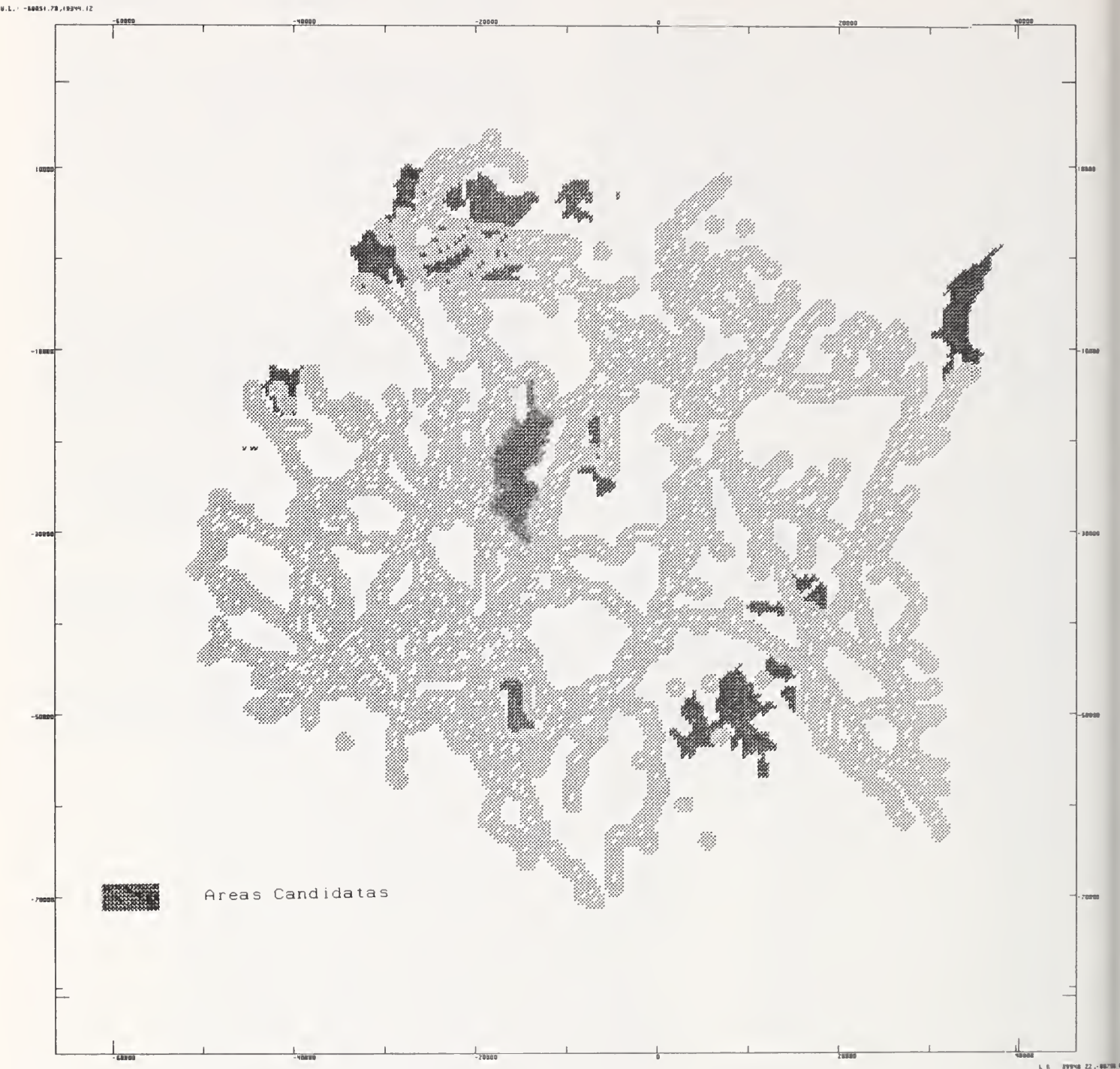


Figura 2. Zonas seleccionadas para el Parque Ecologico,  
y areas de influencia de la infraestructura urbana.





## HACIA UNA EVALUACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES BAJO EL SISTEMA ROZA-TUMBA-QUEMA EN MEXICO<sup>1/</sup>

Efraín Hernández X., Samuel Levi T. y Luis Arias R.<sup>2/</sup>

Resumen. En el trópico húmedo mexicano se manejan 5 millones de ha bajo el sistema agrícola de roza-tumba-quema, las áreas en barbecho se mantienen en aprovechamiento forestal, faunístico y pecuario; mientras las cultivadas se destinan a la agricultura y ganadería. Nuestro propósito fue estudiar la producción silvícola bajo este primitivo sistema agrícola. Las investigaciones desarrolladas en Yucatán muestran gran diversidad de aprovechamiento silvícola que permiten la subsistencia de los campesinos mayas. Tales aprovechamientos han sido ignorados por la investigación forestal.

Abstract. In the mexican humid tropics there are 5 million ha managed under shifting cultivation system. The barbecho areas are maintained in forest, faunistic and livestock production; cultivated areas are destined to agriculture and animal husbandry. Our purpose was to study the silvicultural production under this primitive agriculture system. Investigations developed in Yucatán shows the great diversity of silvicultural profits aid subsistence maya farmers. These profits had been ignorated for the forestry research.

### Introducción

I. Para iniciar el presente trabajo queremos aclarar que una evaluación de ésta naturaleza debería contar como antecedente con un inventario preciso del estado actual de las áreas selváticas de México y de las características y problemática que afrontamos los silvicultores. Lo anterior es aún un proyecto incipiente al cual deberíamos avocarnos antes que la velocidad de los cambios ecológicos y socioeconómicos que afectan la zona nos definan la desaparición de éste recurso natural renovable así, este ensayo tiene la intención de señalar algunos tópicos de investigación forestal que han quedado al margen de los esfuerzos por entender y plantear soluciones a los problemas del sector campesino de subsistencia que tiene a la selva como el principal recurso productivo.

II. En cálculos conservadores se estima que cinco millones de ha de selvas secundarias del trópico cálido húmedo mexicano se manejan bajo el sistema agrícola de roza-tumba-quema que alterna largos

períodos de descanso de la vegetación con costos bajo períodos de uso del suelo (Hernández X. 1977).

Las investigaciones desarrolladas por 7 años consecutivos por el Programa Dinámica de la Milpa en Yucatán y por la Comisión Forestal Mexico-Alemana demuestran que durante los períodos de barbecho la selva se encuentra sometido a un aprovechamiento silvícola que generalmente es ignorado. Este fenómeno es explicable en función de que los productos generados son fundamentalmente para integrar el funcionamiento de unidades productivas de subsistencia. Estas unidades se componen de familias campesinas cuya sobrevivencia ha estado relacionada con el uso y conservación de sus selvas.

Los cambios socioeconómicos que afectan la zona incluyen: la creciente ganaderización, la penetración cultural de la sociedad capitalista y la degradación de los recursos naturales renovables manejados por los campesinos.

Así al estudiar el ejido de Yaxcabá encontramos que de 1950 a la fecha el período de barbecho de la vegetación ha pasado de más de 25 a menos de 10.

La consecuente disminución de la productividad silviogropecuaria ha obligado a la emigración de la fuerza de trabajo más productiva.

<sup>1/</sup> Ponencia presentada en la Conferencia Internacional Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. Chetumal, Quintana Roo, México.

<sup>2/</sup> Investigadores. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados, 56230, Chapingo, México. México

## El aprovechamiento forestal bajo roza-tumba-quema en Yaxcaba, Yuc.

En el Ejido de Yaxcabá, 400 agricultores mayas manejan 10,000 has de selva secundaria bajo el sistema roza-tumba-quema, con una producción silvo-gropecuaria orientada fundamentalmente para el autoconsumo. El Ejido se ubica en la franja inter-tropical, a 20°30' latitud norte, a 89°15' longitud oeste y a una altitud de 23 m. Su geología es caliza eocénica con fallas de NE a SU y una intemperización cárstica. El clima es cálido subhúmedo (AW<sub>1</sub>), con una precipitación media anual de 1050mm y una temperatura media anual de 26°C. Sus suelos son mosaico de litosoles y rendzinas pedregosas, lo que ha frenado su uso mecanizado; dichos mosaicos se presentan en altillos (tsekel) y en planadas (kancab) con desniveles, la selva primaria ha sido reemplazada por vegetación secundaria de 10 a 25 m. de altura, caducifolia con dominancia de Leguminosas, Polygonaceas y Burseraceas. Aparentemente ha ocurrido una fuerte selección por resistencia a la quema.

El uso de los recursos naturales gira en torno al sistema agrícola milpa regional caracterizada por un periodo corto de cultivo y un largo de descanso o barbecho. Durante el cultivo hay extracción de minerales y reducción de materia orgánica y la recirculación de nutrientes en el suelo.

El Manejo de suelo y vegetación mediante técnicas tradicionales de producción utiliza y conserva tales recursos, por lo que la milpa ha persistido como la opción productiva para autoconsumo de la población rural.

Las fases del proceso de producción local son:

- 1) Milpa: Maíz, frijol, calabaza, ib, hortalizas y tubérculos).
- 2) Pach Pakal: (Area hortícola dentro de la milpa) Chile, tomate, sandía, melón, yuca, camote, macal, etc.
- 3) Solar: Huerto anexo a la casa habitación) Frutales, hortalizas, forrajeras, medicinales y ornamentales.
- 4) Ganado de solar: (Traspatio) Cerdos, gallinas, pavos y patos.
- 5) Apicultura: Miel y cera comercial.
- 6) Aprovechamiento forestal: Madera, leña, carbón horno para cal, material de construcción, forrajes, curtientes, medicinales, artesanías.
- 7) Cacería: Aves, mamíferos e insectos silvestres.
- 8) Actividades no agropecuarias: Venta de mano de obra, comercio, artesanías.

La técnica de producción tradicional permite la regeneración vegetal y aprovecha el recurso natural; el aprovechamiento forestal es un ejemplo de la circulación de materiales pues se extraen productos del monte durante el periodo de cultivo y a lo largo del descanso.

Las actividades que caracterizan el aprovechamiento forestal son:

- 1) Leña: Para autoconsumo, venta en épocas críticas.

- 2) Materiales para construcciones:
  - 2.1. Mayores: Vivienda rural y polines para andamios.
  - 2.2. Menores: Cocina, mingitorio, pasel, granero, Kanché para hortaliza, gallinero y chiquero.
- 3) Implementos de trabajo: Cabos de coa, hacha, pico y pala; tapizcador, sembrador, medidor y vara para espaldera de frijol.
- 4) Forrajes: extraídos de los hubchés y cultivado en solar (ramón).
- 5) Artesanías: bastidores y agujas para hilar hamacas, sillas, mesas, puertas, banquillos, cajas y cuadros para abejas, canastos, cestos y bateas para lavar.
- 6) Relacionado con actividades pecuarias: Polen y néctar del hubché para la apicultura, postería para corrales y cercas ganaderas.
- 7) Curtientes: Para pieles de animales silvestres.
- 8) Medicinales: Para humanos y para ganado de solar.
- 9) Cal: Aditivo para construcciones, autoconsumo y venta.
- 10) Carbón: Para hornos de panadería y polvos al carbón (venta).
- 11) Industrial: Madera en rollo.

Actualmente el periodo de barbecho ha disminuido a menos de 10 años, lo cual ha repercutido en un decremento del rendimiento agrícola y del producto forestal. El uso de herbicidas y fertilizantes en la milpa se ha difundido rápidamente como opción para recuperar los niveles productivos. En los montes jóvenes los árboles alcanzan dimensiones que limitan su aprovechamiento a leña y materiales para construcciones menores. La leña es el producto forestal más importante en la localidad, cada familia consume de 100 a 125 kgs/semana, lo que significa que en Yaxcabá se consumen de 2,240 a 2,800 ton/año.

Así una fase de la investigación se encamina al conocimiento de la capacidad productiva del hubché (sucesión secundaria menor a 10 años de descanso), su tendencia y las opciones que satisfagan las necesidades forestales de la localidad.

Con relación a los materiales utilizados en los hornos para cal, estos consisten de troncos gruesos verdes cada vez más difíciles de conseguir en la actualidad.

El bajareque, material de pequeñas dimensiones necesario para las construcciones menores (gallineros, chiqueros, mingitorios) pueden obtenerse aún con facilidad. Por lo que toca a las partes necesarias para las casas habitación: a) las substituidas con más frecuencia son las de diámetros menores de 5 cm; b) ya no conviene el uso de guano por su escasez y alto costo; c) las partes gruesas ya se consiguen con dificultad dentro del ejido y su fundo legal; y d) los aprovechamientos forestales para

la construcción de casas tienen menor importancia.

La adquisición de leña es una actividad que incluye la participación en orden decreciente de mujeres, hombres y niños; se requiere para autoconsumo, venta local y venta a panaderías y tortillerías. Para el caso se extrae de las "cañadas" (terrenos en segundo año continuo de cultivo), de los hubches jóvenes y del fundo legal.

Del estudio inicial de los aprovechamientos forestales se puede concluir que la reducción constante en los periodos de barbecho: ha eliminado prácticamente la producción de madera para los hornos de carbón y de cal; ha reducido el material de construcción a piezas chicas; y ha reducido la producción de leña esencial para la economía doméstica.



## ANÁLISIS Y PLANES DE DESARROLLO

### RELATORIA DE LA SESIÓN GENERAL

**MODERADOR:** M.C. Fernando Patiño Valera

**RELATOR:** Ing. Rubén Medina Bermúdez

Durante las sesiones generales en que se desarrolló el tema, se presentaron seis trabajos, donde se trataron aspectos diversos como las "Consideraciones Económicas para la Evaluación de Recursos en Bosques Tropicales", en donde el Dr. Caballero recomienda sean definidos los objetivos de un inventario desde las fases de planeación así como las necesidades de información requerida según el nivel del estudio, conciliar también los requerimientos tecnológicos, etc., a fin de que el costo de estos trabajos no se vea incrementado en forma innecesaria. También se recomendó que dado los altos requerimientos en recursos económicos y tecnológicos, se involucren más los gobiernos y las instituciones como FAO en los proyectos de inventarización de las selvas a fin de establecer las políticas de manejo dado su alto índice de continua reducción.

El Dr. Driscoll presentó el caso de evaluación para la planificación del uso del suelo en una cuenca cercana a Manila, Filipinas, comentó los obstáculos que se tuvieron como la falta de interés de la gente, lo cual se superó en base a la comunicación, la dificultad de obtener información socio-económica, las barreras idiomáticas, culturales, el traslado a áreas de trabajo y el análisis computarizado de la información.

Como resultante de este trabajo recomendó que los proyectos de evaluación deben llevarse a cabo involucrando en su realización a la población del campo y otras instituciones nacionales involucradas, de no tomar estos factores en consideración las probabilidades de éxito del estudio son sumamente escasas.

El Dr. K.D. Singh de FAO, comentó que con frecuencia los países en vías de desarrollo encuentran varios problemas para realizar sus inventarios debido a que estos son paquetes tecnológicos que reciben de otros países, y los que comúnmente no se apegan a sus condiciones de desarrollo. Comenta que la FAO elaboró procedimientos de evaluación que se apoyan en la clasificación del uso de suelo según el nivel de precisión. Enfatiza la importancia de obtener información para los diversos usos que se le puedan dar al suelo de acuerdo a condiciones físicas, económicas, sociales y ambientales; para que de esta manera puedan ser herramientas útiles en la planeación nacional y evaluación de la dinámica de cambio.

El Dr. Fabián Lozano, mostró para el estado de Morelos, una interesante ponencia sobre la utilización de las microcomputadoras en el análisis de imágenes de satélite con apoyos de información terrestre como: La cartografía de DETENAL, socio-economía, fisiografía, impacto ambiental, uso del

suelo, etc., conjuntando así evaluaciones matriciales de diversos recursos. Este tratamiento a la información pone de manifiesto el amplio campo de uso de las microcomputadoras en la planeación a diversos niveles desde el de manejo, hasta el nacional así como el modelaje de integración de otros recursos.

El M.C. Efraín Hernández, comenta que la producción del uso del suelo que combina el aspecto silvícola con el sistema agrícola roza-tumba-quema, lo usaron los Mayas y lo siguen usando sus descendientes a estos últimos; sin embargo, se les considera causantes del deterioro de las selvas, recomienda que se estudie con mayor seriedad este aspecto a fin de combinar la experiencia de estos campesinos con la tecnología moderna para obtener un modelo ventajoso que presente alternativas del uso del suelo.

Finalmente se hizo una semblanza del Plan Piloto Forestal Quintana Roo (PPFQR) el cual se formó una vez terminada la concesión de aprovechamiento de selvas a la empresa Maderas Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO), la cual efectuó aprovechamientos maderables de los montes ejidales del sur del estado, basado en la selección de maderas preciosas sin interferir con la extracción del Latex del árbol del chicle. El período en que MIQRO manejó estas selvas, los ejidatarios solo recibían el pago por derecho de monte y trabajaban como peones para la empresa, aspecto que les permitió adquirir experiencia en las labores silvícolas y que fue un factor de gran importancia para que una vez terminada la concesión a la empresa, facilitará la formación de la asociación de ejidos que de 1983 a la fecha viene efectuando el aprovechamiento, para lo cual creó la Dirección Técnica Forestal. Así pues, el Plan Piloto Forestal aún con los problemas que en la actualidad enfrenta debido a falta de crédito constituye una prueba de que el campesino se interesa en la protección de la selva cuando obtiene beneficios palpables de la misma.

#### MESA REDONDA

Causó gran interés la ponencia del Dr. Richard Driscoll sobre el estudio de una cuenca cercana a Manila Filipinas, la cual tuvo siete preguntas sobre la aceptación o no a cambios dinámicos de sus etapas de planeación del estudio en función de factores económicos y sociales, la interacción y retroalimentación de las actividades que integran sus etapas, así como el costo del proyecto en función del valor del suelo y que tan viable es la aplicación de este trabajo a mayores superficies.

Al Dr. Caballero se le pidió su opinión, sobre la conveniencia de que dadas las experiencias en México sobre los inventarios forestales continuos, si sería preferible realizar los tradicionales a

períodos más cortos, a la vez se solicitó su punto de vista sobre estrategias a seguir a fin de asegurar la realización de inventarios forestales nacionales a pesar de los cambios administrativos. Hubo también interés en conocer que criterios se emplean para el Inventario Forestal en México y si es congruente con la rentabilidad del recurso.

Al Dr. Lozano, se le preguntó sobre la posibilidad de que la tecnología que aplica en sus análisis matriciales por computadora esté al alcance actual de desarrollo en México y si estos proyectos se pueden aplicar a nivel nacional.

A la ponencia del M.C. Efraín Hernández, se le preguntó en la actualidad en qué condiciones, alcances y perspectivas tendría el uso combinado de la selva con el método de cultivo roza-tumba-quema y cuánta superficie per cápita sería adecuado desmontar por año.

Finalmente se manifestó la inquietud por conocer - qué hace la autoridad forestal para diversificar - el uso de maderas tropicales en Quintana Roo, cómo han reaccionado los campesinos asociados en el -- Plan Piloto Quintana Roo al cambio de administración una vez terminada la concesión a la empresa - Maderas Industrializadas de Quintana Roo. En la Asociación Zona Maya, llamó la atención los bajos costos de las plantaciones de caoba, los cuales se explicaron solo representan el costo del traslado de la planta de lugares donde abunda a otros donde no la hay, y esta actividad la realizan los propios campesinos.

EVALUACION DE RECURSOS FORESTALES EN SELVAS TROPICALES Y SU  
RELACION CON COMUNIDADES RURALES. 1/

Nikolaus Erich Stoeger  
Hugo Alfredo Galleti.

1. El papel de la evaluación de Recursos dentro de una experiencia forestal campesina.

La tesis central de la presente ponencia es que la evaluación de un recurso no puede separarse de las condiciones de utilización de ese mismo recurso. Eso significa que la evaluación tiene sentido sólo si es herramienta dentro de un modo (en nuestro caso forestal) viable. De no cumplirse esta condición, la evaluación sólo será un ejercicio abstracto, sin entradas que la hagan operativa.

La metodología seguida en el Plan Piloto Forestal de Quintana Roo ha sido acorde con esta tesis general. Las acciones tratan de montarse sobre una tendencia existente hacia la utilización racional del recurso, fomentándola y tratando de guiarla en un proceso de discusión permanente -- con los actores sociales interesados en ella.

El problema de la utilización del recurso se plantea dentro de esta dinámica social, que va condicionando las posibles acciones técnicas. -- Eso permite que la acción técnica esté asida a la realidad desde el momento de su propia concepción.

En segundo lugar, la acción técnica se desarrolla dentro de un enfoque silvicultural que va guiando las entradas operativas. Esto significa que la evaluación del recurso no es un fin en sí sino que se subordina a la escala operativa de una visión de la actividad forestal como empresa económica con miras al largo plazo.

No es el técnico quien inventa el problema de la evaluación del recurso, sino que ésta surge dentro de una tendencia a la racionalización del uso del mismo por parte del actor social interesado en ello. El destinatario de nuestro trabajo es un sujeto social claro: los campesinos usufructuarios del monte, cuyos intereses a largo plazo coinciden con su persistencia y aprovechamiento intensivo.

Lo anterior lleva implícitas dos cosas:

1. Que la evaluación del recurso no debe verse como un proceso estático, sino como un proceso dinámico, subordinado a una perspectiva silvicultural, y en gran parte condicionado por una realidad a la cual no tenemos acceso operativo directo.

2. Que el grupo usufructuario del recurso debe ser activamente incorporado en las tareas de evaluación, no como concepto populista de participación campesina, sino como precondition funcional.

Estos dos puntos delimitan por un lado la realidad que condiciona la acción de evaluación y por el otro las perspectivas técnicas que se abren. -- Como Técnicos, tenemos una perspectiva más amplia que la del grupo usufructuario (hay preconditiones estadísticas en el manejo de los datos, etc. Pero ésta debe ser adaptada in situ.

Eso significa que para la evaluación del recurso no hay una entrada técnica predeterminada. Una forma determinada de evaluación del recurso no es en sí la evaluación del recurso. Surge en un determinado momento, después de varios pasos que implican la apropiación de la utilización de la misma como herramienta de planificación por parte de los usuarios. Justamente, es este carácter instrumental de la evaluación el que permite considerarla una herramienta.

Esto puede significar en algunos casos una verdadera inversión en el orden del uso de las herramientas tradicionales de evaluación del recurso forestal.

Presentamos como ejemplo de aplicación de éste concepto general el caso del inventario que se está llevando a cabo en los ejidos del Plan Piloto Forestal. El inventario no es en sí la evaluación del recurso. Es una herramienta más que será utilizada o no, de acuerdo al desarrollo de las perspectivas silvícolas de la empresa forestal.

La forma de acceso al problema no permite definir exactamente qué es el recurso forestal. Esto es algo abierto, que cambia de acuerdo con las condiciones del mercado, de la utilización del recurso por parte de la población local, etc. sobre todo, este carácter no lo puede decidir un equipo técnico externo, sino que queda en manos de la población local. La definición de algo como recurso o como obstáculo dependen de cómo la gente lo ve. Y eso ya constituye una evaluación.

El inventario no surgió como primera herramienta de evaluación. Primero tuvo que haber experiencia de extracción por parte de los campesinos, que les hiciera posible la evaluación de los costos internos de su propia empresa y la evaluación de las posibilidades del mercado.

Tuvo que haber áreas forestales permanentes, es decir, un límite visualizable para el aprovechamiento del recurso, que abriera la puerta a la necesidad de intensificar su utilización para que siguiera teniendo el carácter de alternativa económica. Esto significa que el carácter instru

1/ ( Ponencia presentada en la Conferencia Internacional y Taller "Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales" Chetumal, México, 25-31 de enero de 1987)



mental del inventario no dependía del seguimiento de una secuencia técnica de carácter formal, sino de una secuencia histórica, con manifestaciones muy concretas a nivel local.

## 2. El inventario del Plan Piloto como caso de utilización de una herramienta de evaluación de un contexto campesino.

El caso del inventario es sólo un ejemplo. Hay otras herramientas de evaluación: evaluación del tipo de explotación, de utilización, del crecimiento, de la regeneración natural, etc. A ellas se aplica la misma concepción general. Discutimos el caso del inventario por tratarse de una de las evaluaciones más importantes, pero -- larga, cara, y que requiere pericia técnica muy específica.

Las actividades del Plan Piloto Forestal de Quintana Roo se iniciaron en 1983. Desde el punto de vista de la evaluación del recurso, la situación de partida presentaba las siguientes posibilidades y condicionantes:

No se tenía acceso a la evaluación global del recurso. Por otra parte, esta carencia de sentido, ya que no había un usufructuario claramente definido de los montes. Se estaba sobre la fecha de finalización de una concesión, y el usufructo de los montes, que durante veintinueve años -- había estado a cargo de la empresa concesionaria iba a ser hecho por los propios campesinos.

El aprovechamiento forestal de bosques maderables en el sur de Quintana Roo tenía más de cien años. A ello se sumaba el aprovechamiento de la resina del chicle. Eso había generado tradición forestal entre los ejidatarios, que conocían -- gran parte de los trabajos de extracción. Por otra parte la empresa concesionaria (MIQRO, S.A.) había ajustado sus aprovechamientos a un plan de ordenación. En varios ejidos, eso había significado que los ejidatarios conocieran lo que significaba una explotación anual por áreas de corta. -- Esto hacía que los ejidatarios tuvieran una visión del aprovechamiento forestal como alternativa de uso sostenido. Al mismo tiempo, su largo tiempo de trabajo forestal significaba que ellos conocían sus montes, y no sólo las especies sino también las condiciones del sitio.

Rotomar la experiencia de la gente significaba -- abrir la puerta para lograr una primera evaluación del recurso sin inversiones por parte del -- equipo técnico. De hecho, la primera evaluación fue la de los recursos humanos, y promover la -- evaluación del recurso a partir de los propios -- conocimientos de la población local.

El segundo elemento de evaluación fue retomar la propia actividad de evaluación de MIQRO. Se contaba con dos inventarios, y con la experiencia -- del personal que había trabajado en la Dirección Técnica Forestal de la empresa. De esta forma, pudieron proponerse solicitudes de permisos forestales con cierta base técnica.

Esto ilustra dos características del trabajo del

equipo que debían ser importantes para el desarrollo de un modelo silvícola viable. Ellos -- eran el concepto de continuidad, retomando experiencias previas, y el concepto de excaomía, fo mentando la utilización de los conocimientos -- existentes. Esto era metodológicamente importan -- te por dos razones.

1. Se trataba de evitar el tradicional carácter esporádico y errático de la evaluación de recursos en los trópicos, y

2. El dar soluciones técnicas a los problemas -- de la utilización de un recurso abría un acceso concreto al problema.

Metodológicamente, esto quería decir: no se podía ni se debía empezar con un complicado inventario global. Eso no tenía sentido para los campesinos, ni estaba dentro de las posibilidades del equipo. Pero sí se podían dar pasos hacia -- un aprovechamiento con miras al largo plazo, si se ponían en marcha un mecanismo de evaluación pragmática que contuviera elementos con esa tendencia.

Este mecanismo fue la selección por los propios campesinos de áreas forestales permanentes. Esto significaba una evaluación de sus recursos -- por parte de la población local, y pasos hacia la planificación del uso del suelo. Allí, el -- uso de los recursos ya está definido. Hay una -- evaluación y una planificación si se quiere embrionarias, pero de carácter operativo. Hay un "límite" en el aprovechamiento del recurso. Hay una "frontera forestal". Es decir, hay posibilidades para una entrada técnica silvícola.

Para el equipo, esto era un ejemplo de cómo -- abordar un problema de evaluación de los recursos cuando no se tiene acceso directo a una realidad. El equipo no contaba con fotos, ni material, ni presupuesto, etc., y además no era el encargado de tomar la decisión.

Una vez lograda, al menos tendencialmente, la -- perspectiva de una entrada silvícola, la acción del equipo debía tender hacia la compatibilización de los criterios técnicos empíricos adoptados por la población local para la evaluación -- de sus recursos, con las perspectivas técnicas del propio equipo.

Dentro de este problema general, el problema -- particular de la evaluación del recurso se centró hacia la realización de inventarios anuales por área de corta. Tal decisión compatibilizaba, en el mismo espacio, las actividades tradicionales de monte que llevaban a cabo los campesinos, con los prerrequisitos técnicos de un inventario forestal. Permitía por una parte la capacitación de los ejidatarios para llevar a -- cabo los trabajos de inventario y practicar la planificación de la extracción, y a su vez la capacitación del equipo técnico en el conocimiento del monte y de las actividades de extracción. Es decir, era un aprendizaje para todos.

La escala pequeña del inventario por área de -- corta no introducía grandes problemas de organi

zación ni de financiamiento. El diseño elegido para llevar a cabo dicho muestreo era una modificación del diseño de Dawkins (1958) hecha por Galletti y Arguëlles (1983). La característica de esta modificación era que los bloques de tamaño indefinido utilizados por Dawkins eran -- reemplazados por bloques de 1 km. por 1 km. Estos bloques, denominados localmente "cuadrículas", eran una herramienta de planificación de la extracción utilizada desde hacía tiempo en la zona. El diseño combinaba, pues, aspectos de control de la extracción con aspectos de evaluación del recurso, y era de sencilla aplicación por los campesinos.

Una vez que el aprovechamiento hubiera sido tomado en sus manos por los campesinos, y una vez lograda cierta capitalización de la empresa forestal ejidal, se podría pasar al problema de la evaluación global del recurso en las áreas forestales permanentes.

Las condiciones para iniciar este trabajo se dieron en 1985, en parte debido al grado de capitalización alcanzado por los ejidos, y en parte por condicionamientos reglamentarios forestales.

Se abría la disyuntiva entre la realización de un inventario tradicional, con una perspectiva básicamente comercial, o un inventario con perspectivas para su utilización como entrada para el manejo silvícola. En la zona, los campesinos ya estaban involucrados en la actividad forestal, con una perspectiva a largo plazo, y esto hacía viable la segunda alternativa. Esto en sí era una novedad: el inventario no se hacía sólo para obtener un permiso persistente, sino para ayudar a los campesinos a ordenar su propio monte.

La organización del trabajo de campo del inventario, como se había hecho anteriormente con los inventarios de área de corta, y como hacen normalmente los ejidatarios para la organización de sus tareas colectivas, se hizo a través de la Asamblea General del ejido. La existencia de una instancia colectiva de decisión para encarar tareas forestales comunales hace del ejido mexicano una vía de entrada que presenta mayores facilidades de las que se encuentran normalmente en otros países.

El equipo técnico explicó a las Asambleas el perfil de la gente que se requería para estos trabajos. Los mismos campesinos, en base a su experiencia, eligieron su propia gente. La organización de los campamentos, problemas logísticos, etc., quedaron enteramente a cargo de los ejidatarios.

La toma de datos se hizo con ayuda de uno o dos técnicos, pero quedó en gran parte en manos de los campesinos. Se capacitó a los ejidatarios en algunas tareas críticas, como manejo de brújulas, control del brecheo, etc. En este sentido, se retomaba y se afinaba la capacitación comenzada con los inventarios de área de corta hechos anteriormente. La Dirección de brigada --

y en general del inventario fue tomada inicialmente por los técnicos con ayudantes ejidales; más adelante el trabajo fue hecho directamente por los ejidatarios con el control del personal técnico.

En el año 1985 se contaba ya con fotos aéreas. Tomando las fotos como base y utilizando la estrategia de un inventario anterior llevado a cabo por la empresa concesionaria (MIQRO, S.A.) se planeó el inventario global separadamente para cada ejido integrante del Plan Piloto, considerando en el mismo sólo en área forestal permanente, que es la que se ordenará.

Cada dos Km. se levanta una línea principal, con dirección general Norte-Sur, que delimitaba uno de los lados de un bloque imaginario de 1 km. por 1 km. Dentro de estos bloques se designaron al azar dos fajas con dirección Este-Oeste, sobre diez posiciones posibles. La intensidad del muestreo fue del 2%.

Cada faja constituye un sitio de muestreo, y está dividida en diez subsitios iguales y ubicados en forma sucesiva. Cada subsitio consta de:

1. Una parcela 10 X 100 m., en donde se midió todo el arbolado de diámetro igual o mayor de 30 cm.
2. Una subparcela de 10 X 25 m., en donde se midió el arbolado de diámetro igual o mayor de 15 cm. y menor de 30 cm.
3. Una parcelita de 10 X 10 m., en donde se midió la regeneración de altura igual o mayor de 1 m.).

Se consideraron los siguientes parámetros.

1. Datos ecológicos: tipo de vegetación, perturbación del monte, fisiografía, condiciones del sitio, profundidad del suelo, exposición e inclinación del terreno.

2. Datos silvícolas: especie, diámetro, altura del fuste limpio, calidad del tronco, y datos de regeneración.

La información en sí no es operativa si no logramos una presentación en forma entendible y transparente para su aplicación práctica. Por eso se elaboró un programa para computadora personal -- PC, que permite por un lado el manejo local de los datos (algo importante si se está pensando en el manejo) y por el otro combinar cualquier dato de los parámetros arriba mencionados.

También se buscó que el programa permitiera la presentación de los datos en forma gráfica. Es necesario el uso de las fotos aéreas para la ubicación de cuatro o cinco puntos por cada línea principal en el campo, pero luego el programa -- ubica los sitios a partir de las coordenadas de esos puntos.

Los resultados que arroja la corrida del programa son tablas, gráficas y mapas.



## Costos

El valor estimado como promedio por Km<sup>2</sup> (bloque) es de \$ 88 000 (aproximadamente 40 USD). Si se cargan los costos del inventario exclusivamente sobre el volumen de maderas preciosas (caoba y cedro) que los ejidatarios están explotando actualmente, estos arrojan una suma de \$ 5 900 por metro cúbico, sobre un precio de venta de aproximadamente \$ 67 000.

El programa y el procesamiento de datos representan hasta ahora el 15% de los costos totales.

En referencia a los costos, se observa que los campesinos han absorbido la mayor parte de los mismos. De la suma total, el ejido pagó un 57%. De esa parte, a su vez la mayor parte (\$ 61 500) fue asignable a la toma de datos de campo. La inversión que hicieron los ejidatarios significó en realidad la creación de fuentes de trabajo e ingresos para ellos. Así, el dinero quedó dentro de la comunidad.

El resto se distribuye en partes casi iguales entre Instituciones participantes, que son el convenio Gobierno del Estado de Quintana Roo - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y el Acuerdo México-Alemania). Cada uno aportó aproximadamente un 14%.

Son de observar dos cosas: primero, que de esta manera los inventarios son razonablemente financiados, y segundo, que un aporte externo y poco condicionado, que cubra necesidades específicas del grupo usufructuario, como es por ejemplo el caso del financiamiento de parte del trabajo por CONACYT, abre la puerta para estas cosas.

### 3. Perspectivas.

Los inventarios que se llevan a cabo en los bosques naturales en el trópico tienen como fin la evaluación de los volúmenes de unas pocas especies para facilitar decisiones económicas de extracción. En general, son hechos por empresas que explotan concesiones dadas a corto o mediano plazo. El aspecto silvícola es de segundo orden y pocas veces se ha manejado algo silviculturalmente.

Como vimos anteriormente, aquí en el Plan Piloto Forestal el aspecto del manejo sostenido sí juega un papel muy importante. El inventario adquiere, pues, su carácter de herramienta para entrar al manejo. Discutiremos algunas de las posibilidades que abre la aplicación del mismo.

#### a. Elaboración de un mapa detallado de unidades de calidad de sitio.

Uno de los resultados del programa es que permite definir los estratos a partir del análisis estadístico de los datos. Combinando su uso con las fotos, se puede lograr una estratificación más precisa. Este método reduce la necesidad de chequeos de campo.

#### b. Planteo de un modelo de simulación de crecimiento y dinámica sucesional.

Se cuenta con información de varios inventarios llevados a cabo anteriormente en la zona. La comparación de esta información con los datos actuales permiten obtener datos para el estudio longitudinal de la evolución de la masa forestal.

Con estos datos, y con datos de estudios de crecimiento, se pretende hacer un modelo de simulación de crecimiento para el futuro.

#### c. Planificación y control como entrada al manejo silvicultural.

Nuestro planteamiento es entrar a las prácticas silviculturales a través de una nacionalización de la extracción.

La forma de presentación de los datos del inventario permite su interpretación relativamente sencilla y la ubicación en el campo. Esto facilita la planificación de la extracción, como asimismo del monte.

Uno de los puntos críticos de la explotación forestal tropical ha sido que el control se lleva a cabo exclusivamente con respecto en volumen, pero sin tomar en cuenta la distribución especial. La ordenación especial de la extracción es una herramienta silvícola importante. Ella abre la puerta tanto para la evaluación como para la planificación de la regeneración, tanto natural como reforestación. Esto es importante dentro de nuestro concepto silvícola, que pretende inducir la regeneración abriendo huecos tipo Emel en las áreas de extracción.

La aplicación de los mapas no sólo permite la planificación, sino que al mismo tiempo es una herramienta de control. Permite la verificación o corrección de los mismos datos del inventario. Es decir, introduce un elemento dinámico. Esto puede extenderse a casi todas las actividades que se están llevando a cabo.

#### d. Entrada para un inventario continuo.

En función del inventario actual, se puede definir la densidad de muestreo del próximo inventario y los datos requeridos. La información requerida será menor, como también los costos.

Asimismo es conveniente la remediación de datos en parcelas permanentes cada cinco años. Una vez definidas las necesidades para el próximo inventario, se pueden seleccionar con cierta precisión los cuadros permanentes en función de estratos.

#### e. Replanificación a partir de datos existentes.

La aplicación de estos datos nos lleva a un análisis de la misma empresa ejidal, de carácter real y profundo. Con diferentes modelos de simulación, los datos también sirven para una mayor definición de la parte económica, lo que introducirá un elemento de predictibilidad en la ex-



plotación forestal que es poco común en el trópico.

No es inútil insistir en que estas perspectivas son posibles debido a la existencia de necesidades definidas por parte del grupo usufructuario del recurso. El manejo de los datos del inventario permite una entrada para el inicio de actividades silviculturales. Existe una tendencia por parte de los campesinos a encarar su explotación con miras al largo plazo, involucrándose en la actividad silvícola, y por otra parte se cuenta con datos que permiten pasos técnicamente sólidos, pero al mismo tiempo flexibles. Este es un ejemplo del tipo de relación entre un grupo campesino y un grupo técnico que esta forma de encarar la evaluación de recursos permite alcanzar.

THE ROLE OF A DATA BASE MANAGEMENT SYSTEM  
IN REGIONAL AND NATIONAL PLANNING<sup>1/</sup>

Jerold T. Hahn<sup>2/</sup>

Abstract--National and regional planners are faced with increasing volumes and complexity of data. A data base management system (DBMS) is a valuable tool for converting these data into useful information. At the North Central Forest Experiment Station, we have implemented a DBMS for forest inventory data. This paper briefly describes the DBMS and presents examples of its use in local, regional, and national planning. Although the design of our DBMS is probably not generally applicable, the design principles that allow for efficient retrieval of large portions of the data are universal. The emphasis of this paper is on the application of a DBMS in planning rather than on its design.

Abstracto--Los planificadores, ambos nacional y regional, se enfrentan con incrementos de cantidad y de complejidad en sus datos. Un programa administrativo\* es un instrumento estimable para convertir esos datos en informacion util. En el North Central Forest Experiment Station hemos implementado un programa para la administracion de datos para manejar los datos del inventario de bosque. Este trabajo describe, brevemente, el programa y presenta ejemplos de su uso en la planificacion municipal, regional y nacional. Aunque el diseño de nuestro programa no se aplique en general, los principios del diseño son universales en cuanto al manejo eficaz de grandes cantidades de informacion. El enfasis del trabajo es la aplicacion del programa en la planificacion y no su diseño.

\* En ingles el programa se llama "data base management system" y tiene las siglas DBMS.

How much wood is currently available in a local area, region, or nation? How much will be available in 10, 20, or 30 years? Where is it located? Is there enough wood to support a new mill? What kind of mill? What is the current condition and potential for pine plantations or northern hardwoods, for example?

These questions are often asked by policy makers, planners, managers, and researchers at the national, regional, and local levels. There is a constant need for more and better information upon which to base decisions, information capable of answering the questions engendered by various possible solutions to a problem. Often these questions were not even imagined when the latest inventory was analyzed and published. The answers to many questions may, in fact, be buried in the data files, but it could be too time consuming and/or costly to extract them. This is where a data base management system (DBMS) and a well organized

data base can help to answer the many previously unanticipated and otherwise unanswerable questions--by making all data available quickly and easily.

Data can take many forms, from raw field measurements to extracts from published papers. Managers need a system that can present the necessary information in a coherent manner. The system should be one that managers can understand and feel comfortable with.

It is important to distinguish between data and information. Data can be any collection of material, whether raw field measurements, summarized measurements, or extracts of published research papers. Data only become information when summarized and presented in a coherent manner useful in addressing a question of interest. Even published research results would not be considered information in this context until they are brought together with a real problem, where the results can be implemented.

The Forest Inventory and Analysis project (FIA) at the North Central Forest Experiment Station, USDA Forest Service, has developed a DBMS for storing and retrieving the data we have collected while inventorying the forest resource in an 11-state region (Fig. 1). We have defined a single logical data base consisting of 15

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Jerold T. Hahn, is principal mensurationist, USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minn.

**FOREST SURVEY UNITS AND DATA BASE BOUNDARIES**  
**NORTH CENTRAL FOREST EXPERIMENT STATION**  
**FOREST SERVICE — U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE**  
**1984**



Figure 1--Forest survey units and data base boundaries.

physical data bases (separation into 15 physical data bases is for computing efficiency and convenience), using the Scientific Information Retrieval (SIR) DBMS (Robinson et al. 1980). North Dakota, South Dakota, Nebraska, Kansas, Iowa, Illinois, and Indiana, each has a single data base. Michigan, Wisconsin, Minnesota, and Missouri (Fig. 1) have two physical data bases each. A detailed description of the data can be found in Hahn and Hansen (1985) and Hansen and Hahn (in press). The data base contains all field measurements and observations gathered by inventory field crews and a few computed or summarized data elements. It also contains many procedures to compute commonly requested elements such as board foot volume and total above-ground biomass, and procedures to generate frequently requested tables to

address specific questions. There is also a query language that gives users with a limited computer background the means to develop relations among data and to address "what if?" questions. The SIR DBMS allows us to view our data in either a hierarchical or a relational model.

I will describe three examples of the use of this DBMS to address a local, a regional, and a national planning problem.

A common question in resource planning is where to locate a wood processing plant. When a site with appropriate markets, transportation, labor, and social resources is identified, planners still need to determine if there is enough timber of the right species and quality



close enough to the proposed site. A few years ago, while we were developing our DBMS, a mill site was identified in Michigan, giving us an opportunity to test our design. The transportation network around the proposed site helped delineate a timbershed from which the plant could draw its wood. This area was drawn on a map in the shape of a convex polygon, and the Universal Transverse Mercator (UTM) coordinates of the vertices were determined. The planners then developed a number of classification variables by using various combinations of owner class, forest cover type, owner size (forest areas owned), physiographic class, volume per acre, timber size, and stand density. For example, one simple classification consisted of all owners and the aspen and all other hardwood forest types. Another, more complicated, class was non-industrial private owners, aspen and all other hardwood forest types, on mesic sites having 10+ cords per acre in poletimber or sawtimber stands with medium to good density. Seventeen separate classifications of this type were required. We developed tables of forest area, volume, and growth by several tree species groupings for these classifications and prepared tables that the planners could use in analyzing this potential mill site. The mill has since been built at this site and annually draws 600 thousand cubic meters of wood and employs 250 people.

Recently, several other researchers and I were asked to analyze the current status and potential future condition of the northern hardwood forest type in the Lake States (Michigan, Wisconsin, and Minnesota) (Ek et al., in press). The first step in this study was to extract the northern hardwood data from the six physical data bases that contain the Lake States data and merge them into a single data base for analysis. I then extracted the volume and area statistics by state and county group by site index, stand age, tree species, and several other classifiers that enabled us to perform the desired analysis. I also extracted data files to enable other researchers to project future conditions and to develop yield functions. We were able to show relations between site quality and geographic location (sites improved as one moved from west to east), and to develop tables showing yield, stand, stock and proportion of rough and rotten trees. We also made tables showing the proportion of sugar maple in stands by age, site index, and geographic region. Most of these analyses would have been prohibitively expensive without the use of a common DBMS.

At the national level, the USDA Forest Service is required to develop a plan for the Nation's forest resources every 5 years, in compliance with the Resources Planning Act (RPA). This requires our Forest Inventory and Analysis Project to update all available resource data to a common year (currently 1987)

and to summarize the forest resources statistics for each of the 11 states for which we have inventory responsibility. Using our data bases, we extract the appropriate data file for input to a growth processor. We use the Stand and Tree Evaluation and Modeling System (STEMS) (Hahn et al. 1979) to update the data to 1987, then reload the updated data back into the data base, and make both tabular and data file summaries for the regional and national analysts.

Although these examples use a mainframe computer, other data bases are being developed that use personal computers. One being developed by Luis Ugalde, a graduate student working with Dr. Dietmar Rose at the University of Minnesota's College of Forestry, brings together research results applicable to a specific region or nation for easy retrieval by managers. This data base contains the actual research results and recommendations, as well as the bibliographic reference. The purpose is to make all results and recommendations available in one place so that the recommendations can be compared and evaluated quickly.

We are now developing a system that feeds excerpts of the larger data bases described above into a personal computer using the same SIR DBMS and a menu-driven retrieval system we have developed for nonprogramming users, thus making the data and analysis methods available to users with little or no computer experience. We hope that this system, when fully developed, will make data readily available to potential users.

Data base management systems offer the opportunity to access data previously unavailable or available only to those with large budgets and/or long time horizons. As DBMS's come into general use, we should be able to make decisions based on sound information rather than on intuition.

#### Literature Cited or References

1. Ek, Alan R.; Burk, Thomas E.; Shifley, Stephen R.; Hahn, Jerold T. Growth and yield projections for northern hardwoods. In *Proceedings, The Northern Hardwoods Resources: Management and Potential*. Symposium, Aug. 18-20 1986; Houghton, MI. In press.
2. Hahn, Jerold T.; Belcher, David M.; Holdaway, Margaret R.; Brand, Gary J.; Shifley, Stephen R. 1979. FREP78-The updated tree growth projection system. In *Proceedings of 1979 IUFRO workshop on Forest Resource Inventories*. Vol. I, pp. 211-222.

3. Hahn, Jerold T.; Hansen, Mark H. 1985. Data bases for forest inventory in the North Central Region. Gen. Tech. Rep. NC-101. St. Paul, MN: US Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station; 57 p.
4. Hansen, Mark H.; Hahn, Jerold T. Data base management provides easy access to forest inventory data. Northern Journal of Applied Forestry. In press.
5. Robinson, Barry N.; Anderson, Gary D.; Cohen, Eli; Gazdzik, Wally F.; Karpel, Lenny C.; Miller, Alan H.; Stein, Jack R. 1980. SIR Scientific Information Retrieval Users Manual--Version 2. Evanston, IL; SIR Inc.; 475 p.

TECNICA, ESCENARIO MACROECONOMICO, PLANES FORESTALES Y DEMANDAS DEL MERCADO EN RELACION A LA ZONA TROPICAL FORESTAL DE MEXICO 1/

Enrique E. Martínez L. 2/

Abstracto. - A la luz del escenario macroeconómico de México durante finales del 40 a la década del 80, se analiza el efecto real del grupo de ideas y acciones -- respecto al uso de recursos forestales en la región tropical. El resultado, es la -- apreciación de incongruencias sustanciales entre escenario y propósitos formales -- de la política y la pérdida de recursos junto con un tiempo invaluable. Se concluye que es necesario, a la par de adecuar la toma de decisiones al nuevo escenario macroeconómico, exigir un abierto compromiso de los operadores de proyectos y políticas a fin de acceder al desarrollo económico y social.

Abstract. - At the light of the macroeconomic scenery of Mexico during the end of the 40' to the decade of the 80', the real effect of the group of ideas and -- accions is analysed regarding the use of forest resources in the tropical region. The result is the estimation of substantial differences between scenery and formal purposes in politics and the loss of resources together with the invaluable time. To finish it is necessary, both, to adequate the turn of the decisions to the new macroeconomic scenery to demand an open compromise from the project operators and policies with finality of agreeing of economic and social development.

Para México la zona tropical desde finales de la década del 40, representó una región de reserva territorial de colonización agrícola y ganadera, que podría dar respuesta a la demanda de -- otra fase de reparto de la tierra. Fue bajo esta imagen que la región se incorporó más que como zona para el aprovechamiento forestal, como región que permitiría ampliar la frontera agropecuaria del país mediante su dramática -- transformación.

Cabe indicar que si bien en el contexto del sureste de México, el uso forestal de la tierra no fue cosa extraña, como lo demuestran las explotaciones del añil, chicle, barbasco y maderas preciosas, dichas alternativas no fueron practicadas para promover la colonización, ya que la -- técnica forestal ensayada, más bien se enlazaba al interés particular de empresas orientadas a una explotación extensiva y selectiva de la zona; y en cierta forma, era apreciada la imposibilidad de conciliar aprovechamiento y conservación con colonización a pesar de la evidencia de la -- fuerza política de tal proyecto. Así, esta idea -- de la imposibilidad de conciliar el interés en la

colonización con el uso forestal, también fue reforzada por la efectiva carencia de técnicas o -- modelos forestales que pudieran responder a los planteamientos inmediatos que definiera la población que paulatinamente se asentaba en el sureste, y para la cual se dejaba como salida a sus -- demandas, el uso de esquemas agropecuarios -- que significaron la transformación irreversible para el paisaje original.

En la etapa del 40 al 70, pues, el balance en la -- región tropical fue la pérdida de área forestal; -- resultante que si bien es atribuible a la colonización, lo es también en grado importante, a la -- ausencia de alternativas técnicas que pudieran ser desarrolladas por los forestales para resolver el problema de la colonización, el aprovechamiento y conservación de recursos.

Pero después de todo, esta pérdida paulatina de recursos en el marco macroeconómico del México del 40 al 70, si bien era preocupante para especialistas y asunto académico, también era percibida como necesaria para elevar la contribución económica y social de la región al proyecto de industrialización que se mantuvo a salvo, gracias, entre otros aspectos, a la canalización del excedente de población demandante de tierra hacia las periferias áridas, templadas y tropicales del país. Esto es, esa pérdida se percibía como un costo para acceder a la modernidad que incluso podría darse el lujo de obviar el desarrollo -- de soluciones tecnológicas para incorporar recursos, entre ellos los forestales, donde por -- cierto, en términos globales, no hubo crecimiento

- 1/ Documento presentado en la Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo, Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales (Chetumal, -- México, enero 25-31, 1987).
- 2/ Enrique E. Martínez L. Vicepresidente de la Sección Insurgentes de la AMPF, A.C., Reforma 350, 9o. Piso, Col. Juárez, México, D.F.



to en la producción ni esfuerzo notable para solucionar tal problema.

La década del 70 con el impacto de sus dos crisis energéticas y la secuela del estancamiento -- en los principales centros impulsores del crecimiento mundial, significaron para México, el cuestionamiento de su modelo de industrialización a través de sustitución de importaciones -- que paulatinamente revelaba limitantes en cadenas que desplazaban de la producción de satisfactores para el consumo, a los medios para la producción. En este escenario, asimismo se replanteaba la necesidad de encontrar soluciones al estancamiento de la producción agropecuaria; y -- también, los círculos académicos transformaron su preocupación por la destrucción del área tropical, en la propuesta específica de la creación de reservas territoriales para la salvaguarda de germoplasma. Esto es, fue una década de cambios en las concepciones. Incluso, en el área -- forestal, se replanteó parcialmente el modelo de silvicultura ligado a grandes empresas privadas o estatales para constituir otro, en el cual, en la zona de clima templado-frío, se reconocía la urgencia de la participación de la población local en el aprovechamiento.

En el terreno macroeconómico, asimismo, se encontraron soluciones que permitirían ocultar los rezagos del desarrollo nacional y de la ausencia o falta de contribución de las regiones forestales a través de sus recursos a este proyecto: por un lado, a consecuencia del primer choque petrolero en 1973, se originó un excedente mundial de capitales denominados petrodólares que fluyeron hacia distintos países de América Latina, África y Asia y que se vió sustancialmente incrementado en 1978 por el segundo impacto en los precios del petróleo. Dicha abundancia de capitales, representó una alternativa de financiamiento a los proyectos de crecimiento de México por la vía -- del endeudamiento externo. Por otro, a partir -- de 1975, las reservas probadas de petróleo del país, sufrieron un sensible incremento al pasar de 3,954 millones de barriles a 33,560 millones en 1979, lo que se tradujo en una sensación de -- creciente abundancia que podría sustentar un esquema de desarrollo basado en los crecientes -- precios del petróleo.

Ahora bien, en el marco forestal, y en particular para la región tropical, este respiro momentáneo que brindara el marco macroeconómico a las presiones económico-sociales derivadas del crecimiento de la población, y de la ocupación del trópico mediante esquemas agropecuarios, no fue -- cabalmente utilizado en el desarrollo de alternativas que permitieran, técnica y socialmente, la conservación de la porción restante de las áreas forestales. En dicho momento, a nivel subsecto

rial, los conceptos de colonización, equilibrio -- ecológico, bienestar social, desarrollo agropecuario y aprovechamiento forestal de recursos, todavía se percibían como irreconciliables o desvinculados; esto es, donde una solución descartaba a las otras o las limitaba en su pretensión, y esta falta de acuerdo se tradujo en severo deterioro al impedir la cabal contribución de la técnica forestal para el aprovechamiento racional y -- redistributivo como medio de conservación.

Esta ausencia de una nueva concepción para lograr la conservación del medio ambiente a través del aprovechamiento racional y redistributivo, puede observarse en los planes forestales de México. Particularmente, a partir de 1973, si bien la presencia de un documento sistemático -- permitía guiar la acción en lo formal, es palpable que dichos programas de desarrollo forestal, como se denominaron, contenían implícitamente los candados que limitaban su aplicación real, al ser tan solo documentos enunciativos sin respaldo en acciones concretas en el entorno y no modificar al interior del aparato de Estado, propósitos, estructuras burocráticas o bien formas de -- asignación del gasto público.

Por ejemplo, es posible demostrar que a pesar -- del interés en el aprovechamiento para beneficio de los habitantes locales que se manifestó como propósito de sectores de la sociedad civil y el -- Estado a finales de la década del 60, la mayor -- parte del gasto se continuó canalizando al aparato de regulación del aprovechamiento tradicional, el ejercicio de la vigilancia y proyectos de su -- puesta conservación, haciendo caso omiso de las necesidades inmediatas de la población.

Por otra parte, la discusión académica de la necesidad de conservación de recursos, tomó como su escenario de representación más bien a -- los medios públicos que exigían cuidado, que al estudio de la misma zona tropical forestal. Y -- asimismo, derivó en una opción que materialmente sustraía a las áreas de la pretensión de uso alguno mediante los novedosos esquemas de las reservas de la biósfera donde, mediante disposiciones legales concretas, en el sureste se quiso -- impedir una colonización y en verdad, solo se -- aceleró el deterioro al contraponerse dicho esquema al flujo de inmigrantes y su deseo de satisfacción de necesidades.

Realmente, en conclusión, el requerimiento de -- desarrollo económico y social, se contraponía -- con el conjunto de acciones e ideas generadas en el 70 por los forestales o los ecologistas. Y en -- este contexto, habría que incluir la inutilidad del ejercicio parcializado y formal de la planeación que no permitió influir en la modificación de las tendencias hacia la pérdida de superficie fores--

tal, ya que si bien por los trabajos del Inventario Nacional Forestal, se sustentó la evidencia de -- que del incremento maderable susceptible de -- aprovechamiento, solo se utilizaba industrialmente una fracción, y se definió la magnitud de la superficie forestal; tales datos no fueron suficientes para canalizar un mayor esfuerzo público y -- privado en el fomento de la producción, y menos aún para hacer explícita la necesidad de su impulso para evitar el deterioro, cosa que evidentemente, junto con el requerimiento de redistribuir los eventuales beneficios al interior mismo de la zona forestal, era tarea de otros diagnósticos como los referidos programas de desarrollo forestal.

Es cierto que en otros ámbitos se producían impulsos para racionalizar el operar incluso del -- Estado, pero de la misma forma que la planeación forestal específica era formal, también lo -- eran los demás esfuerzos estatales. Uno de estos instrumentos, lo fue la instauración del presupuesto por programas a partir de 1977, a través del cual el método de asignación de gasto público por inferencia de simple crecimiento de -- partidas, se sustituyó por un esquema que ligaría el presupuesto a objetivos definidos en programas que podrían analizarse en un esquema de racionalización de acciones. Pero no obstante que si -- bien el presupuesto por programas dió la pauta -- para la búsqueda de resultados concretos con la acción pública, en su ensayo práctico se limitó a ser un instrumento etiquetador o identificador de los grandes rubros en que se ejercía el presupuesto; más su impacto en la transformación de los perfiles programáticos del gasto público, fue intrascendente; lo que limitó su posibilidad racionalizadora en el universo de acciones estatales -- para con la zona forestal al no retroalimentarse el vínculo propósitos declarativos-ejercicio programático.

Es así que, en resumen, para la región tropical, la comprensión de problemas forestales, el diseño de esquemas de planeación y la instrumentación de acciones subsectoriales, se antojan como un conjunto ciertamente limitado desde el principio al fin de su ejecución, como para incidir en la resolución tangible de los problemas de rezago y pobreza en que vive su población, y mínimo -- aporte de la actividad propiamente forestal al -- Producto Interno Bruto Nacional, que impulsan -- notablemente la dinámica del cambio agropecuario o el deterioro medio ambiental. Y en definitiva se da la impresión de que las soluciones han estado a la zaga de los problemas por resolver, -- por lo menos, una década atrás y más aún si se -- considera que la instrumentación de acciones, es más bien formal que real.

Para la década del 80 dicha herencia de rezago, --

se traduce en un escenario ambivalente en cuya calificación pesa la óptica de los observadores. Si bien, es notorio que tienen razón quienes argumentan que los esfuerzos del pasado han servido de plataforma al reconocimiento de problemas por resolver, que incluso el ensayo del diagnóstico es una etapa ya superada, y que hay ideas -- claras respecto a lo que es necesario instrumentar para hacer del subsector un ente dinámico en el desarrollo rural y de contribución efectiva al crecimiento del producto nacional sin que ello esté en contradicción con las pretensiones de conservación; también tienen la razón quienes apoyados en la realidad de pobreza y deterioro, cuando no de pérdida, cuestionan el ejercicio de la -- planeación y demás instrumentaciones del Estado para la zona forestal, como asimismo, la tienen los que podrían indicar que el ejercicio de la planeación no puede por sí misma limitar el deterioro ni influir en la resolución de la miseria si -- efectivamente, las líneas de acción no se instrumentan en proyectos concretos en la escala que -- lo requieren los problemas subsectoriales; o bien si no se transforman radicalmente las estructuras funcionales del aparato estatal que operan en la región, así como la composición de programas, hasta hoy orientadas más que a la asistencia técnica, organización de productores, creación de infraestructura y canalización de créditos; a los programas de protección que reclaman los conglomerados de opinión eminentemente urbanos, ajenos a la vivencia cotidiana en el escenario.

Pero aún cuando todos tienen la razón en distintos matices y de acuerdo a las diferentes ópticas, una cosa es cierta: se ha perdido un tiempo valioso que ha reducido sensiblemente los márgenes -- de acción pues ya no existen las inmensas selvas del México tropical, y ahora, el escenario macroeconómico es sumamente desfavorable.

La década del 80, con su nueva crisis energética que en este caso se reversionó en caída paulatina -- mente acelerada de los precios del petróleo, el -- encarecimiento del crédito externo, políticas restrictivas del crecimiento en los países industrializados, avance del proteccionismo comercial, -- alto endeudamiento conjugado con limitado acceso a préstamos, y grave deterioro de los precios generales para las materias primas, agravó sustancialmente el escenario macroeconómico Latinoamericano y de México en particular, y este cambio indudablemente ha impactado no solo a los -- centros urbanos industriales, sino que es más -- dramático en las áreas en las cuales no se impulsó proyecto productivo alguno, cuando la disponibilidad financiera lo pudo permitir.

Concretamente, en la crisis económica del 80, el sexto año de la década se perfiló para nuestro --



país como el parteaguas de la agudización de la misma, donde el factor determinante lo fue el - espectacular desplome del precio internacional de los hidrocarburos, que significó una pérdida de ingresos proveniente de la venta de petróleo - al exterior de alrededor de 8,200 millones de dólares en relación a 1985, cuyo monto, según -- fuentes oficiales, es mayor que el valor de la - producción total de alimentos en el país. Este - impacto a los ingresos de México se une a la carga que representa una deuda externa del orden - de los 104 mil millones de dólares después de la tercera reestructuración de septiembre de 1986, donde a pesar de que el pago del principal se -- realizaría después de entrado el 2010, se seguirán abonando, durante los próximos 12 a 15 años cantidades anuales de alrededor de los 15 mil -- millones de dólares por conceptos de intereses - y de algunas amortizaciones no negociadas. Y a lo anterior, por si fuera poco, habría de agregarse la suma que representa el endeudamiento interno hasta 1986: 8.2 billones de pesos.

Indudablemente, el cambio desfavorable en el -- escenario macroeconómico es más que dramático y en este contexto, habría que interrogarse - sobre cuál deberá ser la contribución del subsector forestal ahora y a futuro, sino quiere convertirse en un lastre más. En torno a este punto, - cabe señalar que el camino de la contribución ya no estaría dado a través de programas, proyectos o esquemas de conservación al estilo de las reservas forestales y faunísticas al margen de - su costo económico y social, pues en entorno tan desfavorable, el impacto ecológico ocurriría a - fin de cuentas, y más si se considera que para una población de 79 millones de habitantes en -- 1986, ya existen por el momento 5 millones de - jornaleros agrícolas que en caso extremo podrían asimilarse al límite de solicitantes de tierra que ya casi se agota, pero que no representaría mucho problema si se le compara con los umbrales de la población de México en el 2010, que podría oscilar entre los 114 millones a los - 123 millones de habitantes, donde la presión en el sector rural es impredecible, si no se desarrollan adecuadamente las actividades de los -- sectores industrial y de servicios de tal forma que sean absorbidas grandes cantidades de mano de obra.

Asimismo, el camino ya no será promover para el subsector, ciegos proyectos de conservación que más que contribuir a la solución de los problemas de estancamiento de la producción, pretenden responder a ciertas demandas políticas - de grupos de presión urbana. Sino más bien, el conjunto de actividades, incluso la investigación forestal apoyada desde hace más de 20 años, deberán promover, para mitigar los efectos adversos en el medio ambiente o el paisaje forestal, -

el crecimiento del producto subsectorial, la incorporación de mercancías de origen forestal; y lo que es más, en el nuevo contexto, el grupo de actividades que hasta ahora están a cargo del -- Estado, tendrían que generar sus propios recursos financieros que los hagan viables económica y políticamente.

En todo esto, el papel de la técnica es relevante, como lo fue en el pasado y también, no será como era inocente su manejo, como lo demuestra el eficiente uso político que se le dió al asunto - de la conservación y que derivó en una canalización constante y creciente de recursos estatales para la supuesta protección, a pesar de que era palpable su escasa contribución al desarrollo -- del subsector.

Para el final, quisiera aludir al mercado y sus demandas: el sureste cambió radicalmente y ya no es más la misma reserva forestal de hace 20 ó 30 años; a pesar de todo contiene importantes recursos incorporados al mercado, tales como la energía hidroeléctrica, áreas de plantación, - importantes zonas de explotación petrolera, regiones turísticas; y sin embargo, los recursos - forestales, particularmente los maderables, a pesar de lo conspicuo de su presencia, no se -- encuentran cabalmente incorporados ni al desarrollo nacional ni al aprovechamiento racional y es más, se relacionan con atraso o se preciben como obstáculo.

Es cierto que estos cambios ocurrieron por el - influjo de la demanda urbana nacional y mundial de determinados bienes, fundamentalmente ligados a mercados agropecuarios de especulación - o de mercancías de lujo o de uso eminentemente urbano, tales como la energía de hidrocarburos o la eléctrica. Pero esa adecuación de la producción a la demanda, no es un dato inamovible. Lo demuestra el caso Latinoamericano con un -- ejemplo en sentido inverso: nuestra demanda de alimentos, se desplazó paulatinamente del maíz al trigo y de la manteca al aceite vegetal. Esto es, la demanda puede ser moldeada. En el caso forestal, la demanda de maderas preciosas, sin que sea una tarea fácil, puede ser paulatinamente sustituida por una creciente oferta de corrientes tropicales, de tal forma de incorporar nuevos recursos al aprovechamiento como en el -- ejemplo del Programa Piloto Forestal de Quintana Roo. Aquí hay una tarea tecnológica y de mercadotecnia a emprender.

Por otra parte, en el espacio estructurado por - los mercados urbanos en la zona tropical, debe emprenderse la diversificación. El sector forestal, puede en este sentido, fomentar la producción de manufacturas de diferente complicación a través de la creación de un artesanado más --



moderno. Tecnológicamente, ello es viable; organizativamente, no encierra dificultades insalvables; y en la tarea del desarrollo económico y social, es urgente la puesta en marcha de proyectos productivos que contribuyan a asimilar la mano de obra que no se ha incorporado productivamente y que por ello presiona también al cambio de uso en las tierras tropicales.

En conclusión, en el nuevo escenario, estamos, pues, en una carrera contra el tiempo y en ella, si bien nadie estaría obligado a lo imposible en las décadas del 60 ó 70; en la del 80 y las por venir, se exige aceptar dicho reto y operar las transformaciones institucionales a un paso más acelerado que el de la crisis, se exige depurar los esquemas y proyectos forestales y se impone reclamar a la investigación, su aporte tangible aquí y ahora, tanto en el diseño de esquemas de organización para la producción y adaptación de tecnología, como en el diseño y ensayo de maquinaria y equipo para la generación de empleo.

Abstract--Graphic displays are useful in all steps of the analytical process. Conventional charts, maps, and plots offer a means for condensing large tables of numbers and presenting salient data. Graphic design should be directed towards effective communication of findings. Computer graphics facilitate the review of resource statistics in large data bases.

Abstracto--Los disenos graficos son utiles en todos los niveles del proceso analitico. Los mapas, cartas o planos convencionales, ofrecen un medio para resumir grandes tablas de numeros y presentan datos sobresalientes. El disenio grafico debe ser dirigido hacia la comunicacion efectiva de resultados. Los graficos por medio de computadores facilitan la revision de estadisticas sobre recursos en grandes bases de datos.

## Introduction

Large scale inventories of land-based resources generate immense amounts of data. Assimilation of data in such enormous information pools is complicated by the number of variables, the size of the land area, resource heterogeneity, and also the time element if successive inventories have been completed. Planners and policy makers rely heavily on inventory findings for development and implementation of land-use plans. Perhaps the most critical step between data collection and plan development involves condensing information, interpreting results, assessing trends, and presenting essential findings -- the analysis phase.

Graphic displays can be used for analysis of resource data. Guidelines for evaluating the effectiveness of graphic displays are needed. It is also important to note conventional graphic displays with emphasis on effective communication of important findings. An overview of computer graphics techniques for reviewing large amounts of data is also to be examined. Examples are drawn from the authors' experiences working at the USDA Forest Service, Forest Inventory and Analysis work unit, which has responsibility for assessing forest resources of the South-Central United States, Puerto Rico, and other Caribbean Islands. Many of the examples involve temperate forests, but ample parallels exist for application to tropical resources.

## Effective Graphic Displays

Analysts commonly use graphics to focus attention on the salient data pertaining to various resource attributes. However, very often information becomes distorted, is difficult for the user to decipher, or doesn't warrant graphic display. Wainer (8) describes the various pitfalls associated with using graphic displays.

Tufte (6) defines principles of graphical excellence and integrity and provides extensive coverage of practical theories for displaying data. Tufte suggests the "lie-factor," defined as the size of effect shown in a graph divided by the size of the effect in the data, as a measure of accuracy in representing data. A lie-factor significantly greater than 1.0 suggests distortion of facts.

The concepts of "data-ink ratio" and "chartjunk" offer a means for reviewing and editing graphics. The data-ink ratio for any graphic display is defined as the amount of ink used to display data divided by the total amount of ink used in the chart. Graphic effectiveness is maintained by maximizing this ratio within reasonable limits. Chartjunk includes non data-ink, redundant data-ink, and any unnecessary graphical decoration. Chartjunk should be eliminated during the edit phase of graphic design. Crosshatching should be avoided as it serves to distract rather than enhance.

Cleveland and McGill (2,3) have proposed a hierarchy of elementary tasks used in the perception of graphic data. The authors rank elementary tasks from most accurate to least accurate, in terms of successful decoding of information, as follows:

1. Position along a common scale.
2. Position along nonaligned scales.
3. Length, direction, angle.
4. Area.
5. Volume, curvature.

<sup>1</sup>Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2</sup>Authors are Research Foresters, USDA-Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Starkville, Mississippi, USA.

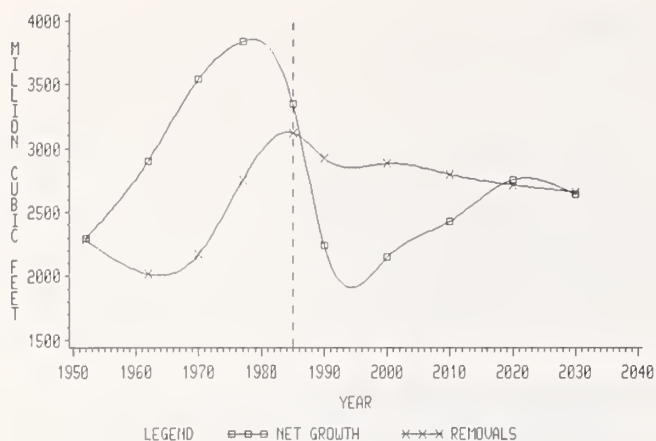


Figure 1. Historical and projected softwood growth and removal volumes (left), and growth-to-removals ratios (right) for nonindustrial private owners, Southern United States, 1952-2030.

#### 6. Shading, color saturation.

The theory maintains that graphic displays should exploit tasks as high in the ordering as possible to minimize the probability of perception error. While some of the tasks overlap, the ordering provides general guidelines for successful graphic communication.

Chambers and others (1), Cleveland (4, 5), and Tufte (6) have proposed several alternatives to conventional charts and called for additional research in the area of graphical methods. However, most audiences have become accustomed to conventional graphics. Those involved in resource analysis should strive to effectively use conventional graphics and incorporate innovations as they become available and are gradually accepted.

The effectiveness of any graphic display depends directly on the integrity of visual perception as well as how clearly that information is communicated to the viewer. Key findings should be emphasized but not exaggerated. Another important factor related to effectiveness is the intended audience. Graphics that are presented in management plans and final reports are distributed widely, and hence, must be subject to the highest level of scrutiny. Graphs used by analysts in the preliminary phases of planning should be judged according to their ability to summarize large amounts of data, highlight important resource issues, and facilitate the analytical process.

#### Conventional Graphic Displays

When used with care, conventional graphic displays are very useful in portraying resource conditions. The analyst is responsible for designing clear and accurate displays in published reports. This section provides some

examples of the limitations of commonly used graphics and offers suggestions for making improvements.

#### Line and Scatter Plots

Line and scatter plots are frequently used for displaying relationships between two or more variables. Both offer the advantages of wide flexibility and can utilize elementary perceptual tasks. However, when used ineffectively, either technique can mislead the viewer. Common problems associated with line plots include:

1. Distortions of scale.
2. Missing scale breaks.
3. Line plots of discrete data.
4. Improper joining of points.
5. Perception errors in decoding differences between separate or stacked curves.
6. Missing confidence limits, where appropriate.

Scatter plots are subject to 1, 2, and 6 above, and also:

1. Too many points plotted.
2. Too few points plotted.
3. No apparent grouping or trend.
4. Poor choice of symbols.

Figure 1 illustrates two alternative methods of displaying timber drain conditions. Both depict historical and projected relationships between softwood growth and removals on nonindustrial private land in the Southern United States. The linear chart distorts trends due to a missing scale break on the Y-axis and unevenly spaced data along the X-axis. Splining of the data points magnifies the distortion as illustrated by the dip in the growth curve between the years 1990 and 2000. Problems of perception also arise as the viewer



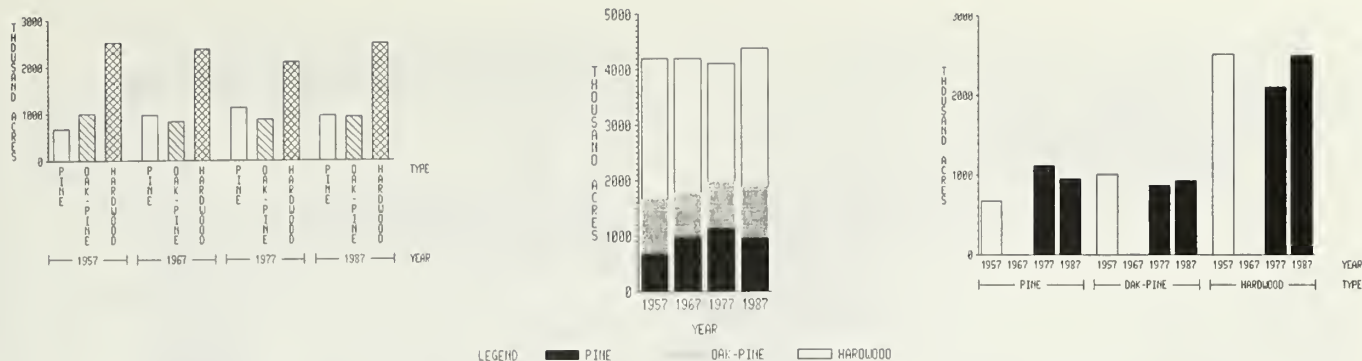


Figure 2. Timberland by forest type and survey year, north Mississippi, 1957-1987.

attempts to discern the magnitude of differences between the two curves. The needle chart, a form of the scatter plot, provides a more concise illustration of the data by showing the ratio of growth-to-removals as discrete points along the X-axis. Some information is lost, however, since the needle chart doesn't show the relative slopes of the two curves.

### Bar Charts

Bar charts are used extensively in resource reports in spite of inherent limitations. Traditional bar charts have the following weaknesses:

1. Require perception of position, length, and area.
2. Low data-ink ratio.
3. Difficult to decode data in stacked or grouped bars.
4. Distraction due to crosshatching.
5. Scale breaks are usually ignored by viewers.

Some of these faults can be overcome by proper design. Figure 2 shows three bar charts that portray the same data with differing levels of success. The intent of all three is to show changes in timberland area by forest type over time. The left chart is the most limited due to faulty grouping of the bars and the use of crosshatching distracts the viewer. The viewer is required to sweep the chart several times to pick out changes in forest type bars. The middle chart combines the information and eliminates crosshatching, but nonalignment of stacked bars makes perception of all but pine types difficult. Changes in area by forest type are most easily decoded in the right chart, but high level perception skills of length and area are still required. Alternatives to traditional bar charts are discussed by Cleveland and Tufte (2, 6).

### Pie Charts

The pie chart is perhaps the weakest conventional graphic display but continues to be used widely. The major limitations of pie charts are a very low data-ink ratio and the required perception of length, angle, and area. The only way to present large amounts of data using pie

charts is to use multiple pie charts, which further complicate perceptions. Usually, the data contained in pie charts should be presented in small tables or directly in the text. Pie charts are occasionally useful for dramatizing especially important information that may be ignored by readers who scan reports.

### Maps

Statistical maps are often used to portray the geographic distribution of resources. A common way to indicate resource variations is by using shading. However, the information is often misinterpreted since high level perception tasks are used (3). As an illustration, consider the two maps shown in figure 3. The shaded areas of each map are roughly equal. When viewed individually, the shaded regions appear to dominate. Also, interpreting the relative areas of different shadings within each map is difficult. In this situation, the maps should be supplemented with tabular information.

### Computer Graphics Display

In addition to offering a means for presenting final results, graphics are a very useful tool in preliminary phases of analysis and planning. In particular, the advent of computer graphics has provided the analyst with some new tools for examining large data sets and seeking answers to particular questions.

### Scanning

A considerable portion of a resource analyst's time is spent compiling and reviewing tabular summaries of resource information. The complexity of most resource questions requires analysis of numerous resource attributes configured in a variety of ways. Graphics software can be interfaced with the resource data base to provide a myriad of displays covering particular issues. For example, a standard table often used by foresters shows the breakdown of timberland area or inventory volume by age class. Stratifying this information by political boundary, forest type, ownership, physiographic class, or species creates considerable work for the analyst. This work is minimized if the analyst scans the various

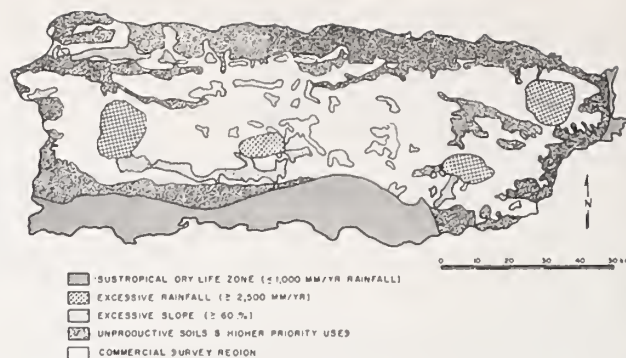
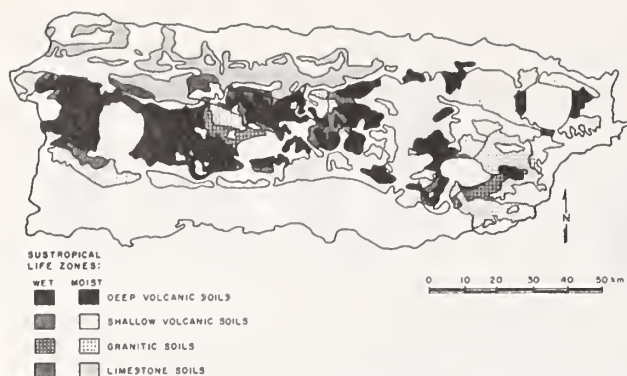


Figure 3. Life Zones and soil groups in the potential commercial forest region (left), and exclusions from the potential commercial forest region (right), Puerto Rico, 1980.

breakdowns, as with a bar chart directly from a computer terminal. Careful use of color in the display aids in enhancing the results. Once critical variables are identified, the analyst can retrieve specific tabular data relating to the resource question.

### Windows

The use of "windows" in graphical analysis is a logical extension to the concept of scanning. By segmenting the computer screen into templates, the analyst can utilize several types of graphic displays simultaneously. For example, figure 4 illustrates a window used to investigate the issue of declining softwood inventory. The regional map identifies counties in east Texas where softwood removals exceed growth. The bar chart shows that part of the problem in the southeast part of the state seems to result from conversion to young pine stands and a shortage of faster-growing middle-aged stands, particularly on forest industry land. The needle chart illustrates the effect on the softwood stand table.

The window capability is set up by establishing a catalog of graphic files. The catalog can become standardized and then be processed when new regional inventories are completed. Any combination of graphs in the catalog can then be viewed concurrently, thus establishing a highly versatile analytical tool.

### Spatial Analysis

Resource analysts are often interested in locating resources spatially. Figure 4 is one example of spatial display of resource data at the county-level (map). Computer generated species' distribution maps are another way to provide specific answers to "where" types of questions. A distribution map showing woody biomass of baldcypress (*Taxodium distichum* var. *distichum*) in Louisiana is shown in Figure 5. The advantage of having this information available on-line is that information needs can be handled rapidly. Also, further screening by variables such as ownership, stand-size or distance-from-road may be incorporated easily.

### Plot-Level Analysis

Although most resource analysis is conducted on summarized data, occasionally analysts have a need to examine plot-level conditions. The need usually arises when plot conditions relate to complicated issues or when models of resource attributes are being developed. Since summary data can be distorted by highly variable conditions on-the-ground, plot level displays provide a means for eliminating confusion and identifying outliers. For example, forest-type transition is an issue of concern in the Southern United States. Forest type shifts occur naturally, but are often the result of man-induced disturbance. Figure 6 shows the effect of pine harvesting on a plot classified as mixed pine-hardwood. Harvesting of merchantable pines changed the classification to pure hardwood and left a degraded stand. The display utilizes a three-dimensional scatter plot with tree coordinates plotted on the X- and Y-axes and total height on the Z-axis. Three-dimensional plots should be interpreted with caution due to the potential for distortion. Chambers and Tukey describe techniques for effective plotting of three or more variables (1, 7).

### Discussion

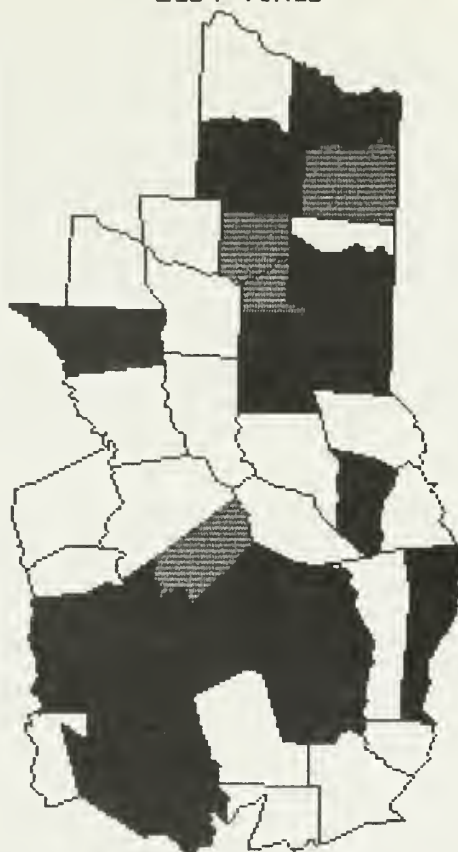
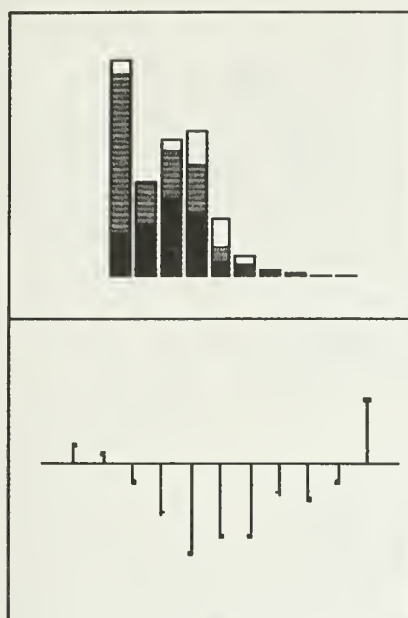
Resource analysis is complicated by the diversity and interplay of natural resources. A primary goal is to inform policy makers and the public of the important resource issues and related statistics. Effective communication requires clear, concise portrayal of resource conditions. Some of the common shortcomings of conventional displays have been outlined and suggestions have been made for avoiding miscommunication of findings. Ongoing intensive review of graphic design is needed to insure effective communication.

Analysis of natural resources requires evaluation of massive amounts of data. Computer graphics technology has provided the analyst with a powerful tool for screening resource data. An advantage of graphics



# SOFTWOOD GROWTH-TO-REMOVALS RATIO

East Texas



RATIO

LE 0.9

1.0

GE 1.1

Figure 4. Growth-to-removals ratio by county, east Texas, 1986 (map). Pine-type timberland by 10-year age class and ownership class (black = nonindustrial private, gray = forest industry, white = public), southeast Texas, 1986 (top insert). Percent change in the number of live softwood trees by 2-inch diameter class, southeast Texas, 1975-1986 (bottom insert).

software is that it can be incorporated into existing computer systems at a relatively low cost. Any graphics software should be evaluated in terms of its ability to expedite the analytical process.

## Literature Cited

1. Chambers, J.M.; Cleveland, W.S.; Kleiner, B.; Tukey, P.A. Graphical methods for data analysis. Boston, MA: Duxbury Press; 1983. 395 p.
2. Cleveland, William S.; McGill, Robert. Graphical perception and graphical methods for analyzing scientific data. *Science* 229:828-833; 1985.
3. Cleveland, William S.; McGill, Robert. Graphical perception: theory, experimentation, and application to the development of graphical methods. *Journal of the American Statistical Association* 79(387):531-554; 1984.
4. Cleveland, William S. Graphs in scientific publications. *The American Statistician* 38(4):261-269; 1984.
5. Cleveland, William S. Graphical methods for data presentation: full scale breaks, dot charts, and multibased logging. *The American Statistician* 38(4):270-280; 1984.
6. Tufte, Edward R. The visual display of quantitative information. Cheshire, CT: Graphic Press; 1983. 197 p.
7. Tukey, P.A.; Tukey, J.W. Graphical display of data in three and higher dimensions. In: *Interpreting multivariate data*, V. Barnett, ed. New York: John Wiley; 1981. p.189-275.
8. Wainer, Howard. How to display data badly. *The American Statistician* 38(2):137-147; 1984.



PLOT=481373863 YEAR=1975

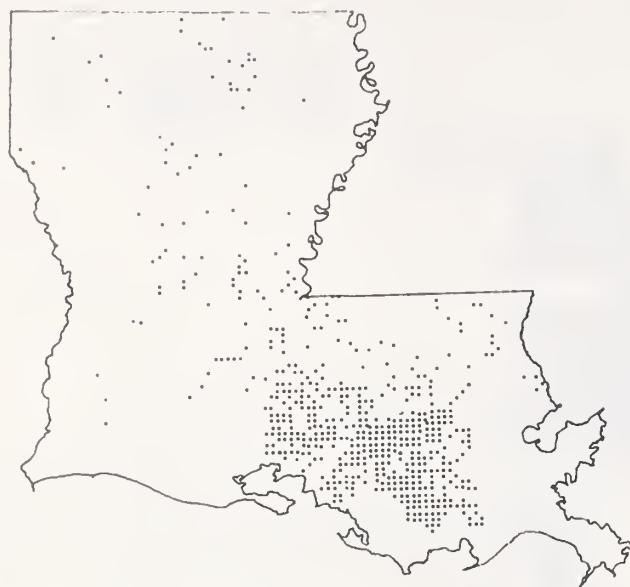
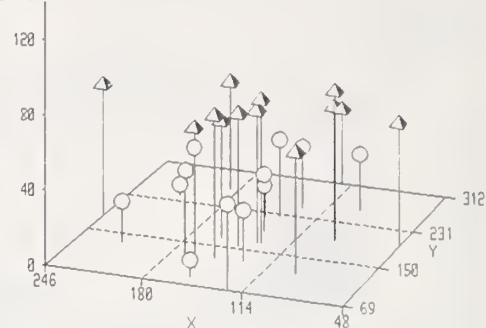


Figure 5. Distribution of baldcypress biomass, Louisiana, 1984. Each dot represents 50,000 tons of woody dry weight.

MERCHANTABLE BOLE (FT)



PLOT=481373863 YEAR=1986

MERCHANTABLE BOLE (FT)



PYRAMID = PINE SPECIES  
BALLOON = HARDWOOD SPECIES

X AND Y AXES EXPRESSED IN FEET

Figure 6. Tree tally by species and merchantable bole height for a survey plot in southeast Texas. The plot was classified as mixed pine-hardwood forest type in 1975 (top), and hardwood forest type in 1986 following a pine-selection harvest (bottom).

Abstract--Geographic Information Systems, introduced in the late 1960's and early 1970's, have become increasingly popular within the last five to seven years. A variety of factors have influenced the increased utilization of geographic information systems including the maturation of the technology and greater user appreciation of the capabilities of such systems. This paper will consider three aspects of geographic information systems. The first will describe the roots of geobased systems and serve as an introduction to terminology that reflects variations in the technology. The second section will review steps that are essential for the successful implementation of a geographic information system. The third section will review some of the key factors leading to the success and failure of geographic information systems.

Abstracto--Los Geographic Information Systems (Sistemas de Informacion Geografica), introducidos a finales de los 60 y comienzos de los 70, han aumentado en popularidad en los ultimos cinco o siete anos. Diversos factores han influenciado la utilizacion de los sistemas geograficos de informacion, incluyendo el perfeccionamiento de la tecnologia y una mayor apreciacion de las capacidades de estos sistemas por parte del usuario. Este informe considerara tres aspectos de los sistemas de informacion geografica. El primero describira las rutas de los sistemas con base geografica e introducir la terminologia que refleja las variaciones en la tecnologia. El segundo revelara los pasos esenciales para una aplicacion exitosa del sistema de informacion geografica. Y el tercero revisara algunos de los factores claves que llevan al exito o al fracaso de los sistemas de informacion geografica.

### Terminology

As illustrated in Figure 1, this paper considers the term "geobased information systems" to encompass a broad range of capabilities and functional characteristics typically associated with the GIS technology. For purposes of discussion, I have defined the universe of geobased systems to include three separate types of systems. They are automated mapping systems, geographic information systems, and geoprocessing systems. Each of the three types of geobased systems has particular strengths and advantages over the others. Each, in turn, reflects a particular level of emphasis, and for the most part, the roots or origins of the particular approach to geobased functions.

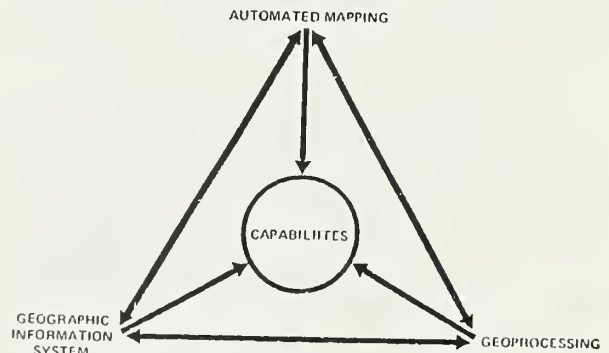


Figure 1--Geobased Technology Systems.

Automated mapping systems (AMS) or automated drafting systems (ADS) emphasize cartographic qualities of the end product. In many cases, automated mapping systems are derivatives of computer systems designed to replicate and make more efficient manual drafting functions. As a result of the initial emphasis on cartographic quality, automated mapping systems typically provide excellent

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ John C. Antenucci is President, PlanGraphics, Inc., Frankfort, Ky.

quality graphics ranging from engineering drafting to mapping and cartographic products. Despite the quality of the graphics, the automated mapping systems, in a generic sense, have placed a lower emphasis on the processing of attribute information and the coincident database management functions. Additionally, automated mapping systems have developed lesser capabilities in the area of geographic analysis.

The second type of geobased system, geographic information systems (GIS), has developed from an origin of geographic or thematic analysis. These systems were noted for their rudimentary graphic capabilities and well developed analytical capabilities. In many cases, these systems have matured with the development of more sophisticated database management systems. As such, the systems have emphasized the handling of attribute or non-graphic information associated with the graphical data. The focus on attribute handling, geographic analysis, and associated analytical techniques has displaced the emphasis on graphic quality typically associated with automated mapping systems. A case in point is the early emphasis on grid based analysis as a vehicle for displaying the results of the geographic information system.

Geoprocessing, the third type of system, is typically associated with the DIME (Dual Independent Map Encoding) file technology introduced by the Census Bureau in the 1960's. Again, the focus is on geographic analysis, especially in the processing of statistical information associated with specific areas. These might be census tracts, election districts, or police beats. The emphasis in this case is on the analytics, and the systems typically had little or no graphic representation in the early years.

The reality of the current situation is best illustrated by Figure 1. Systems available today typically share the functional characteristics of all three types of geobased systems. Vendors in the industry are attempting to create systems which integrate the three types of geobased systems, however, systems currently on the market typically have greater capabilities in one area. The significance of these relationships is that to meet any one particular organization's needs for geobased processing, a combination of more than one system may better fill the requirements than any single system. A second implication is that over time many vendors will develop capabilities or strengthen capabilities not particularly associated with the origin or orientation of the particular system.

The variety of systems and wide range of prices available in the marketplace create multiple opportunities for an organization seeking to implement a geographic information system. Though it is not true that every system will meet every need, it is true that many systems can meet multiple needs. A user

must take care in selection decisions to insure a match with individual requirements.

Geobased systems can also be defined from several perspectives associated with application software in conjunction with hardware environments. From one perspective, systems can be defined as turnkey, framework, and user developed systems.

The term "turnkey" is normally associated with those systems provided by a vendor who packages hardware, operating software, applications software, and user services. Typically, a turnkey system is developed in such a manner that the software compliments the hardware and is tried and tested in that environment. Moreover, the vendor typically commits to training, documentation, and continual support over a period of time, perhaps through a licensing arrangement for proprietary software. Though no system is truly turnkey to the extent that all applications are optimized for every installation, the turnkey systems do provide the user organizations with a level of confidence in a product. With a modest investment in resources, the system may be modified to better meet the user's particular needs.

Framework systems provide a complimentary operating system to a hardware environment and basic functional capabilities for geobased analysis. However, the application routines in framework systems are less developed. The user organization must rely on either internal resources or third party software packages to fill out the application potential for these systems. The advantages of a framework system are realized where there is a unique set of applications and where a third party vendor has developed application software specifically to meet the user organization's needs.

The third type of system, that which is developed by a user, places the burden of matching and developing the capabilities of the geobased system with the user organization. This will require the organization to develop application software and test it in a particular, and perhaps unique, hardware environment which fully meets the user's specifications. Organizations planning to develop their own geobased systems should be aware that a significant investment is required. Secondly, the organization should consider its ability to provide documentation and continuing support. In most cases, the level of effort and resources extended to develop a geographic based system comparable to one currently available in the market and/or to utilize a system that is poorly documented and supported will far outweigh the investments required to acquire a supported geobased system.



Another perspective that must be considered when examining geographic information systems is the hardware operating environment. Installations are typically divided into mainframe, mini computer, and micro computer systems. Geobased systems have developed on many computer environments, however, historically most have developed on mini-computers. Reflecting the increased sophistication in technology, many recently released systems operate entirely on microcomputers. Increasingly though, many systems utilizing mainframe and mini computers are relying on micro computers as low cost intelligent workstations.

### The 15 Steps to Implementation

The implementation of a geographic information system is as much an art as it is a science. There are, however, a series of steps that can be taken to increase the probability of a successful implementation. Though there is a natural order to these steps, there also exists a wide latitude in scheduling. The presentation that follows is not intended to suggest a particular sequence beyond that which is logical. In many cases, the steps might occur in parallel and can occur in a periodic fashion interweaved throughout the development process. Table 1 summarizes the 15 steps, and the following discussion will, in an abbreviated fashion, suggest some of the key aspects of each.

TABLE 1  
15 STEPS TO THE SUCCESSFUL IMPLEMENTATION  
OF A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

---

Step One:	Analyze Requirements
Step Two:	Perform Feasibility and Benefit-Cost Analysis
Step Three:	Produce Implementation Plan
Step Four:	Design System and Operating Procedures
Step Five:	Produce Detailed System Design and Database Specifications
Step Six:	Conduct Pilot Project
Step Seven:	Request and Evaluate System Proposals
Step Eight:	Benchmark Test Candidates
Step Nine:	Select Vendor and Acquire System
Step Ten:	Assign and Train Staff
Step Eleven:	Prepare Site Facilities/Install System
Step Twelve:	Produce Data Conversion Plan
Step Thirteen:	Request and Evaluate Data Conversion Proposals
Step Fourteen:	Conduct Data Conversion
Step Fifteen:	Load Database/Develop Products

---

### Step One: Analysis of Requirements

Requirements analysis is particularly critical to the successful implementation of a geographic information system. An honest and objective appraisal of needs is absolutely essential in specifying a system that is viable in the institution's current operational environment. Those desired capabilities may well play a role in extending the organization's current capabilities.

Typically, the success of the system will depend on meeting the existing needs of the organization. The requirements analysis includes the identification of map and geoprocessing activities throughout the organization. This requires an attention to both graphic and non graphic or geographic attributes to the graphic information. In many cases, it is the attribute or geographically related data that consume the professional and administrative work force. The evaluation of needs, as mentioned earlier, should be done rigorously and methodically. Furthermore, an inventory of current map and data files will lead to both an assessment of redundancies in the collection and handling of data and assist in determining if sufficient information exists to support the geographic databases. Another area to be examined during the requirements analysis is the characterization of information flows through the organization. In many cases, benefits can be derived by simplifying the flow of information, eliminating inefficiencies in handling, and in storing, retrieving, and manipulating geographic data between/among, various sub organizations.

### Step Two: Feasibility/Benefit Cost Analysis

The feasibility analysis will allow an organization to determine if conversion to an automated or geographic information system can be justified by calculating the costs to be incurred by the organization compared against the benefits of automation. Two things must be considered. The first is that benefits and costs need not be quantifiable, though in many cases a more powerful case will be made if quantification can be accomplished. It is also recognized that there are benefits and costs that cannot be quantified in advance.

Intangible benefits, such as improved quality of service and delivery time, are also nearly impossible to quantify. Feasibility analysis should evaluate the current costs of the operation to the extent that it is possible to quantify them.

Alternative conceptual designs of the hardware and software configuration that meet the organization's needs should be produced secondly. Issues to be considered include the type of system, whether a distributed or a centralized system should be developed, types of hardware, and the types of capabilities available.

Thirdly, an attempt at evaluating data conversion needs is required. Questions to be answered include what information is available, what form is it, what data is not available, and where might it be obtained.

Hardware and software and the data conversion costs should be estimated next. Comparing this cost to the cost of each alternative and to the current cost of the operation will contribute to an accurate benefit/cost analysis. The cost comparison must include a consideration of greater and/or lesser levels of functional capabilities introduced by any one potential design.

And lastly, the analysis should summarize the savings and intangible benefits that are available as a result of the implementation of the system.

#### Step Three: Implementation Plan

An implementation plan should be developed which phases in the system over a period of time. Particular attention must be paid to timing of the acquisition and/or conversion of the data and its relationship to the delivery of the hardware and software. Funding sources must be considered in the implementation plan as well as the organizational issues and internal policies that must be adjusted to reflect the introduction of automated mapping capabilities into the organization. The implementation plan should not be considered a static document, but one which is routinely updated and amended.

#### Step Four: Initial System Design

Having completed conceptual system designs during the feasibility analysis, a detailed design of the hardware, software, and initial system configuration should take place. This step will lead to the specification of system requirements and eventual procurement of the geobased technology system. As part of the initial system design, staffing needs must be considered. Who will operate the system? Who will manage the system? And, who will support the system and users of the system are questions that need to be answered.

#### Step Five: Detailed Database Design

Reflecting the hardware of the geobased system to be acquired, a detailed database design must be accomplished. The database must be organized in such a way that it reflects the structure imposed by the geobased system. In many cases, this is most critical when the database requires a significant amount of non graphic or attribute data. In addition, map production specifications should be developed at this time and a final plan for system management and operation of the conversion data loading should be developed.

#### Step Six: The Pilot Study

The pilot study may be introduced at several stages in system implementation. It might be pursued as a way of seeking support for a system and, as such, would seek to establish the viability or practicality of computer technology for particular applications.

The second use of a pilot study is to test the production of the various databases and applications in actual situations using the hardware and software configuration that will be eventually procured.

In either event, the pilot study should reflect a subset of the actual study area and include data in all aspects of the configuration and database to be designed. The pilot study should be monitored and evaluated for the efficiency of data collection, system operation, and the production of products which are representative of those required to derive the benefits anticipated from the system. Most importantly, the pilot should be used to identify improvements that can be incorporated into system design and system implementation.

#### Step Seven: Request and Evaluate System Proposals

This step is geared to selecting the geobased information system. Typically, a Request for Proposals based upon the functional requirements coming from the detailed systems study will be developed. A rating scheme for reviewing proposals submitted by the various vendors should be developed coincidentally. An important tactic, and perhaps an alternative to the traditional benchmark, is a survey of installations already utilizing the hardware and software being considered, particularly installations which have similar applications. Based upon the proposals submitted in response to the RFP, a short list of candidates can be developed. The short list allows the user to focus on those systems that are most responsive to the organization's needs. This will allow



the organization to reach a decision more quickly and not subject the vending community to large and unnecessary expenses pursuing a sale that is not meant to be.

#### Step Eight: Benchmark Test

Should the review of proposals submitted to the user organization be insufficient or leave important questions unresolved, the traditional vehicle for resolution is the benchmark test. Benchmark tests should be based upon functional requirements of the user organization and a standard data set. Benchmark tests should not be taken lightly by the user organization, yet many aspects of the system need not be tested. Particular aspects of the proposal that require clarification or support ought to be the focus for such a test, side stepping much of the time and expense associated with the traditional benchmark. An alternative to the traditional benchmark test might be further observations of existing installations in operation.

This may also be extended to include data sets which originate internally.

#### Step Nine: Select a Vendor and Acquire a System

Typically, the vendor would be selected based upon performance and cost. The delivery and installation will be scheduled and a maintenance agreement negotiated. At this time, the user organization will have the greatest amount of influence over the eventual relationship between itself and the system vendor. Negotiation should take place in good faith and the purchasing organization should be aware that it will have considerable flexibility in modifying contracts and documents which are presented in a "formal" manner. At the time a system is selected, the user organization should schedule training so that key staff members possess a basic level of understanding of the system prior to its delivery.

#### Step Ten: Assign and Train Staff

Qualified people are essential in the implementation of a geographic information system. In-house staff may be retooled and retrained to operate a geographic information system. If necessary, additional support can be acquired through new staff or consulting assistance for the implementation phases. The system contract should include initial training for key staff members and provisions for subsequent refresher courses. As key staff members become more competent with the selected system, the user organization should develop in-house training programs to bring other staff members up to speed.

#### Step Eleven: System Facilities and System Installation

Prior to the delivery of the system, the user organization will have to have made arrangements for sufficient electrical power, environmental control, and hardware location. Vendors can provide support in determining whether the electrical power should be buffered, the degree of environmental control, the location and type of cabling, and the optimal layout of hardware, given the user organization's physical facilities. Another aspect of the facility's system installation is security of the hardware and software, particularly if confidential information will be retained on the system.

#### Step Twelve: Conversion Plan

The conversion of manual graphic and nongraphic data and the modification or reformatting of digital data will be the largest investment associated with the geographic information system. Coincident with the detailed database design, the data conversion requirements must be identified. These include the capabilities of the organization to acquire third party conversion assistance on a contractual basis and identification of those data elements that may be developed or converted internally. Organizations should be prepared for high costs. The identification of funding sources over a period of time is essential.

Typically, conversion costs run five to ten times that of the investment required for the hardware and software of the geographic information system. The use of a contractor, if possible, is also desirable if the database is extensive. Typically, after the decision has been made to implement a geographic information system, the funds have been allocated, and perhaps the hardware acquired, the lack of a database will lead to frustrations by the user community and perhaps loss of support by senior management. Without the database, the system has very little utility. Conversion vendors can provide a large labor force and a sufficiently sized equipment configuration to accomplish the conversion in a relatively short period of time. Most organizations can neither afford to purchase the equipment or to obtain staffing, even on a short term basis, that is required to convert the data internally.

The methodology for data conversion must be identified. Scheduling and timing are critical. In many cases, conducting a pilot project will minimize the costs and difficulties that might incur by proceeding without the prior planning. The pilot will be based upon specific areas of data that are representative of the conversion requirements.



The pilot project for data conversion may have occurred earlier in Step 6.

#### Step Thirteen: Request and Evaluate Conversion Proposal

Assuming that the organization can utilize conversion assistance, a separate RFP for conversion projects should be developed. In many cases, database conversion can be accelerated by developing multiple conversion projects, each oriented to a particular type of data. In those cases, the user organization must be prepared to increase management support. The RFP would include specifications from the conversion plan and the detailed database design.

#### Step Fourteen: Conducting the Data Conversion

Though this work can be done internally or externally, a need for establishing quality control procedures is paramount. The value of the databases will appreciate over time if they are built with integrity. Interim results should be reviewed, initially as a part of the pilot, and subsequently on a periodic basis throughout the conversion process. As data conversion progresses, it is equally important to initiate database maintenance activities. Typically, the conversion of data will be based upon records of a particular age. Regardless of who is converting the data, records will age during conversion, and will need to be updated immediately upon delivery to the system.

#### Step Fifteen: Load the Database and Develop Products

The conversion plan will likely reflect a phased loading of the database. It is important to implement a production schedule, perhaps as early as the pilot database. Specific products and the ability to perform certain types of analysis will provide the support required by the user community and management for a successful system. Product generation at the outset is most important, particularly for evolving user groups.

Delivery of a product that misses the needs expressed by the user community at the outset of the feasibility analysis may significantly hinder the success of the system.

The discussion of the 15 steps of the implementation is not intended to be comprehensive. And, the detail provided in each of the steps has been generalized. In any particular organization, there are idiosyncrasies which must be addressed. Moreover, the significance of any one step as described above is increased when taken in

context and in relationship to the other steps. It is in the interrelationship of the various steps that the art prevails. It is also in relationships between various steps in the user community and management that the art is essential.

#### Critical Elements

Following a logical, rigorous and phased implementation plan will increase the probability of successful implementation of a geographic information system. There are multiple factors that influence the 15 steps previously discussed. Table 2 identifies seven key elements that frequently contribute to either the successful implementation system or its failure.

TABLE 2  
ELEMENTS OF SUCCESS AND FAILURE  
(In the Implementation of a Geographic Information System)

SUCCESS		FAILURE
Dedicated, Motivated Continuity	STAFFING	Turnover
Balanced	EXPECTATIONS	Exaggerated
Focused	REQUIREMENTS	Diffused
Realistic	APPRAISAL OF EFFORT	Unrealistic
Rushed or Thoughtful	TIME	Prolonged
Adequate Finance Plan	FUNDING	Inadequate, Conjecture
Rigorous	PLANNING	Run and Gun

• Staffing - Technology in the development of geographic information systems is essential. Personnel are critical. More systems have failed because of inadequate staffing than for any other reason. Emphasis should be placed on quality staffing, not only at the managerial level, but also at the technical level. A dedicated, motivated staff working in an environment that provides continuity is essential.

As important is strong leadership in directing and marketing the system. Paradoxically, individuals competent in the management, implementation, and operation of geographic information systems are in much demand. There is a propensity for turnover, and there is a need, regardless of the overall financial environment, to provide the staff with the incentive to stay and to contribute to the system's success.

- Expectations on the system's capabilities are perhaps the second most important element affecting the success or failure of geographic information systems. Should the expectations be exaggerated in an attempt to market the benefits of the system, and should management or the user communities be misled by ballooned expectations, the success of the system will be left in doubt. Should the system perform as it is capable, and should that operation fall short of expectations which have been exaggerated, management and user community support may decrease significantly.

- Systems which are focussed in their response to requirements tend to be more successful. That is not to say that the wide array of capabilities available to the geographic information systems cannot be utilized over a period of time. Systems go awry when they are directed at multiple applications and are expected to resolve a broad range of application requirements at the outset. A more focused approach to identifying requirements and responding to those needs typically will allow the system to mature successfully over a period of time. In implementing a geographic information system, a significant effort and substantial resources must be expended.

- An unrealistic appraisal of efforts will leave the user organization unnecessarily burdened and will affect other key elements of system implementation, including timing and funding.

- Systems have succeeded when sufficient time is provided and system development is neither rushed or dragged along (to an extent that management and staff lose interest), or where funding is sufficient and planned over the period of implementation.

- Where financial backing has been inadequate and funding plans accomplished by conjecture, system financing typically becomes erratic and often leads to the termination of a project.

- A common denominator of the six previously discussed elements is the need to rigorously plan for the implementation. Systems which are developed through run and gun operations lead either to failure or to the creation of a system that never realizes the ultimate potential of the technology. Efforts expended in developing a logical and rational plan for system development will pay for themselves by maximizing investments in resources, personnel, and time.

Ultimately, the success of a geographic information system implementation project is dependent upon many of the same factors that affect other projects. Likewise, a failure to implement a system after initiating the project will create a situation that may preclude a second effort.

# USING THE FAO/LUPLAN METHODOLOGY FOR PLANNING FOREST LAND USE AT THE NATIONAL LEVEL <sup>1/</sup>

Trevor H. Booth <sup>2/</sup>

**Abstract--**FAO guidelines provide an internationally recognized standard method for evaluating the suitability of land units for different uses. The LUPLAN microcomputer program selects the land use for each land unit which best satisfies defined management policies. It is suggested that the FAO and LUPLAN techniques together form an excellent basis for land use planning at the national level.

**Abstracto--**Los principios generales del FAO dan un metodo corriente, conocido internacionalmente, para averiguar la forma devida de silvicultura diferente. El programa del microcomputer LUPLAN selecciona la silvicultura mas propia, mientras siguiendo las directivas administrativas. Se aconseja que los metodos FAO y LUPLAN juntos dan una base buenisima para planification al nivel nacional.

## Introduction

Successful land use planning must satisfy planners, politicians and the public. No wonder it's difficult! Fortunately, methods have been developed recently which can make the process, if not pleasant, at least relatively painless.

Planners have been assisted by the development by the United Nation's Food and Agriculture Organisation of "A Framework for Land Evaluation" (9). This provides a basic procedure for the assessment of land potential, which is adaptable to any scale of planning from local to national. The approach has been very successful and the FAO has produced a series of booklets describing procedures for specific land uses, including forestry (10,11,12).

The use of the Guidelines on Land Evaluation for Forestry (12) has been demonstrated in a trial study in Australia, which allocated multiple use activities within a native forest area of 49 000 ha. The study examined the use of the guidelines with a microcomputer-based land use planning package called LUPLAN (16,17). The FAO guidelines provided a method for evaluating each land unit for different land uses, whilst the LUPLAN package selected the land use for each land unit which best satisfied defined management policies.

A detailed 70-page description of the study has been prepared by Booth and Saunders (5), whilst the use of the FAO guidelines and the LUPLAN package has been summarized in two papers (3,6). The present paper will consider how the FAO and LUPLAN methods might be applied at the national level.

## FAO/LUPLAN Methodology

To illustrate the methods it is helpful to consider an example, involving national planning in Australia.

1. Planning the evaluation and describing land utilization types

One of the first stages of the FAO procedure is to define objectives of a study. Let's say we wished to identify areas in Australia suitable for plantation establishment. In FAO terms this is a "land utilization type" (LUT), which is simply a defined land use. A couple of paragraphs would be prepared describing the characteristics of the land use. For example, the description of the plantation LUT would include the species grown (say *Pinus radiata*), the major and minor produce, labour use, level of capital investment, silvicultural techniques, rotation length and harvesting methods.

2. Determining land use requirements

The description of the characteristics of each land utilization type helps to formulate its land use requirements. These are "the conditions necessary or desirable for the successful and sustained practice of a given land utilization type" (12). The Rural Services Group (22) has devised a simple method for evaluating suitability for *P. radiata* plantations over large areas of the State of Victoria, which illustrates the type of evaluation suitable for national planning. The report did not use FAO terminology, but it can easily be adapted.

The method considered rainfall, altitude, topography (slope), soil depth/drainage and (if present) native forest. Rainfall indicated maximum potential water availability, altitude was a snow damage measure, slope reflected erosion hazard, soil depth represented moisture and nutrient exploitation potential, and soil drainage showed water-logging hazard. If present, the height and species composition of native forest provided a useful indicator of site potential.

To use the Rural Services Group method, each factor was divided into classes related to its

---

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> Dr Trevor H. Booth is a senior research scientist, CSIRO Division of Forest Research, Canberra, Australia.



suitability for P. radiata plantations. For example, the assessment for rainfall, classified into FAO suitability ratings, would be as follows;

Annual Mean Precipitation	Suitability
>1000 mm	s1
700-1000 mm	s2
600-700 mm	s3
<600 mm	n

These ratings indicate highly suitable (s1), moderately suitable (s2), marginally suitable (s3) and not suitable (n) conditions for the particular land utilization type. The provisional suitability classification for an area would be obtained by determining the lowest of the five factor scores.

For example, suppose an area of land in the State of Victoria had a mean annual rainfall of 1100 mm (s1), was at an altitude of 830 m (s2), on a slope of 17° (s2), with moderately well drained soils (s2) and had no native forest (-), it would be assessed as moderately suitable (S2 ; note that a capital letter is used to indicate the provisional suitability, rather than the lower case letters used for the suitability rating of individual factors).

Improvements to this evaluation method might be made by including a more detailed analysis of climate. For example, Booth and Saunders (4) examined P. radiata growth in plantations in several Australian States. They showed that the growth index from the GROWEST model of Fitzpatrick and Nix (13) was more closely related to P. radiata growth than was mean annual rainfall. The model used simple climatic factors, which could easily be estimated at the national scale.

More detailed soil information might also be used (8). Soil classification maps may be available at the national scale, but it is unlikely that soil chemical and physical analyses will be available for many areas. In contrast, the types of land qualities and land characteristics used in the example above could be obtained relatively easily for any area in almost any country.

### 3. Identifying land units

Having defined the land utilization type(s) and their requirements, the next stage of the FAO procedure is to identify land units within the study area. Laut, Firth and Paine (20) have discussed problems in defining land units at the national level. Climate, landform, lithology, soils, natural vegetation, current land use and administrative divisions are some of the factors which might be evaluated. They used these factors to produce 102 irregularly-shaped provisional environmental regions for Australia.

An alternative mapping approach is to use regular grid cells to store data. The Australian Resources Information System (ARIS) (23) uses both systems.

ARIS is an operational nationwide geographic information system which uses 11 746 one-quarter of a degree grid cells covering Australia. The system also stores information for irregularly-shaped areas, such as local government areas. Wells, Wood and Laut (24) used 876 land units based on local government areas to identify the extent of tree clearing since European settlement. This information has been used to assist in the identification of priority areas for reforestation as part of the National Tree Program.

However, this exercise highlighted the fact that it is not sufficient just to know which areas have lost most trees. For example, some of the areas which have experienced the greatest proportional loss of trees are highly valuable agricultural land. To decide which is the most appropriate use for a particular area it will often be necessary to compare several different land uses.

### 4. Selecting land utilization types for each land unit

This is where the LUPLAN program is particularly useful. It takes in information defining management policies and indicates the land utilization type for each land unit which best satisfies those policies. Policies must be specific statements of desirable outcomes concerning the assignment of land utilization types to land units. For instance, at the national scale one policy might be "As far as possible give preference to P. radiata plantation forestry in areas suited to this land utilization type". Others might be "Exclude P. radiata plantation forestry from land units identified as National Parks" or "Exclude P. radiata plantations from land units having a high agricultural value". The last two policies are examples of commitment/exclusion policies which must be obeyed, whereas the first policy is an example of a preference/avoidance policy which should be obeyed as far as possible.

When all the policies have been defined (15 were used in the Booth and Saunders' study (5)) the importance given to each policy by the planner is indicated by a "weight" or "policy importance vote". The LUPLAN program is then run to determine the land uses for each land unit which best satisfy the policies and weights. The FAO Framework (9) recognizes the need for the iterative development of plans and the LUPLAN package enables a series of plans to be investigated by changing the policy weights. Ive and Cocks (18) provide an excellent fully worked example of LUPLAN complete with all data and computer output.

The FAO guidelines (12) note the importance of considering environmental, economic and social factors as part of the process of selecting the most appropriate land use. At the local planning scale it may be most appropriate to consider the effect of the whole operation rather than individual land units. For example, in the Booth and Saunders planning study (5) a certain total area of land units was required for logging to make the operation economically viable. It therefore made sense to look at the economic and social effects of the whole operation, as these effects

were very small if each land unit was considered individually.

At the national planning scale it is likely to be more important to consider environmental, economic and social effects on individual land units. This could be done within the LUPLAN scheme by using either the method of successive elimination or relative comparison described in Chapter 11 of the FAO guidelines (12). The first method simply checks whether environmental, economic and social factors are satisfactory or not and revises the suitability classification accordingly. If conditions are suitable, the provisional classification is retained. If they are not, the revised classification is "N" (not suitable). The second method involves a slightly more complex rating of factors on a scale from +3 (highly favourable) to -3 (highly unfavourable). Rules can be devised to reduce the provisional suitability rating if effects are poor overall or if one factor is especially unfavourable.

Whichever method was chosen the suitability ratings could be modified within the LUPLAN program before calculations were made to indicate the most appropriate land use for each land unit.

### Discussion

There are several advantages in using the FAO and LUPLAN systems. The FAO methodology is probably the most widely used system for land evaluation in the world. There is an extensive literature of explanatory booklets and examples of practical applications. The LUPLAN method has also been widely used and has the further advantage of being implemented on the widely available IBM PC microcomputer.

The FAO and LUPLAN systems together provide a completely explicit description of the land use planning process. With the data, rules and policies included in the Booth and Saunders report (5) the reasons for the suitability classification of any land unit can be determined. Similarly, the reasons why a particular land utilization type was selected as the preferred use can be determined for any land unit. The method does not use complex linear programming methods, so the reasons for specific choices are easily understood.

As with any system the methods have some limitations. Both procedures require considerable amounts of information. At the national scale, however, there are very good arguments for maintaining a permanent geographic information system, which could supply many of the data needed. Recent work at the CSIRO Division of Water and Land Resources has demonstrated how such a system can be developed using low-cost microcomputer technology. For example, the Papua New Guinea Resources Information System (PNGRIS) stores detailed information on natural resources, land use, soils, climate and population for 4300 land units covering the whole country (1).

Data gathering is as big a problem as data storage; another system which should therefore be of great assistance at the national scale is the Micro-Brian

microcomputer-based image processing system (19) recently developed by CSIRO. For a total hardware and software cost of about US\$25 000, plus the cost of data tapes, this system provides access to visible and thermal imagery from satellites.

Climatic data can be as useful as remotely sensed data when evaluating resource potential. Fortunately, new methods of interpolation can provide very good estimates of climatic conditions nationwide. Hutchinson and Bischof (14) and Hutchinson et al. (15) showed how these methods can be used to estimate rainfall and solar radiation. Other factors, such as temperature and evaporation, have been estimated for the Australian Environmental Geographic Information System (21) and have been used to evaluate the climatic requirements of tree species (2,7).

All these new methods should be of considerable help in providing data. The FAO and LUPLAN methods then provide efficient, explicit and economical methods for land evaluation and land use planning.

### Acknowledgements

I am grateful to Gavin Byrne, Doug Cocks and Steve Running for their comments on a draft manuscript.

### Literature Cited

1. Bell, A. Planning for village-based agriculture. *Ecos* 49: 9-12; 1986.
2. Booth, T.H. A new method for assisting species selection. *Commonwealth Forestry Review* 64: 241-50; 1985.
3. Booth, T.H. Using a computerized land use planning package with the FAO Framework for Land Evaluation. *Environmental Management* 10: 351-8; 1986.
4. Booth, T.H.; Saunders, J.C. Land evaluation for forestry. in: *Proceedings of the ANZIF conference; 1980 May 12-16; Rotorua, New Zealand; 1980: 116-23.*
5. Booth, T.H.; Saunders, J.C. A trial application of the FAO Guidelines on Land Evaluation for Forestry. *Divisional Report 85/3.* Canberra, Australia : CSIRO Division of Water and Land Resources; 1985. 70 p.
6. Booth, T.H.; Saunders, J.C. Applying the FAO Guidelines on Land Evaluation for Forestry. *Forest Ecology and Management* 12: 129-42; 1985.
7. Booth, T.H.; Nix, H.A.; Hutchinson, M.F.; Busby, J.R. Grid Matching: a new method for homoclimate analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*: (in press).



8. Carmean, W.H. Forest site quality evaluation in the United States. *Advances in Agronomy* 27: 209-69; 1975.
9. FAO. A Framework for Land Evaluation. *Soils Bulletin* no. 32. Rome: FAO; 1976. 87 p.
10. FAO. Guidelines on Land Evaluation for Rainfed Agriculture. Rome: FAO; 1983. 237 p.
11. FAO. Guidelines on Land Evaluation for Irrigated Agriculture. Rome: FAO; 1983. 221 p.
12. FAO. Land Evaluation for Forestry. *Forestry Paper* 48. Rome: FAO; 1984. 123 p.
13. Fitzpatrick, E.A.; Nix, H.A. The climatic factor in Australian grassland ecology. in: Moore, R.M. ed. *Australian Grasslands*. Canberra, Australia : ANU Press; 1970: 3-26.
14. Hutchinson, M.F.; Bischof, R.J. A new method for estimating the spatial distribution of mean seasonal and annual rainfall applied to the Hunter Valley. *Australian Meteorological Magazine* 31: 179-84; 1983.
15. Hutchinson, M.F.; Booth, T.H.; McMahon, J.P.; Nix H.A. Estimating mean monthly values of daily total solar radiation for Australia. *Solar Energy* 31: 277-90; 1984.
16. Ive, J.R. LUPLAN: Microsoft BASIC, CP/M user's manual. Technical Memo. 84/5. Canberra, Australia: CSIRO Division of Water and Land Resources; 1984. 61 p.
17. Ive, J.R.; Cocks, K.D. SIRO-PLAN and LUPLAN land use planning package. *Environmental Planning B*. 10: 347-55; 1983.
18. Ive, J.R.; Cocks, K.D. SIRO-PLAN and LUPLAN: Notes for resource agency clients. Technical Memorandum 84/7. Canberra, Australia: CSIRO Division of Water and Land Resources; 1984. 48 p.
19. Jupp, D.L.B.; Mayo, K.K.; Harrison, B.A.; Pickup, G.; Chewings, V.; Kreymborg, R. Applications oriented, PC-based image processing systems with particular reference to the CSIRO (Australia) MICROBRIAN system. *Earth Orientated Applications in Space Technology*: (in press).
20. Laut, P.; Firth, D.; Paine, T.A. Provisional environmental regions of Australia. Canberra, Australia: CSIRO and Department of Science and Environment. (2 vols) 241 p. 153 p.
21. Nix, H.A.; Mackey, B.G.; Day, K.L. AEGIS -The Australian Environmental Geographic Information System. Research Report 1983-85. Canberra, Australia: CSIRO Division of Water and Land Resources; 1986: 51-3.
22. Rural Services Group. Pine Plantation Potential. Melbourne, Australia; Department of Planning; 1982. 12 p.
23. Walker, P.A.; Parvey, C.A.; Wood, N.H. ARIS - The Australian Resources Information System. Research Report 1983-5. Canberra, Australia: CSIRO Division of Water and Land Resources; 1986: 48-50.
24. Wells, K.F.; Wood, N.H.; Laut, P. Loss of forests and woodlands in Australia: a summary by state, based on rural local government areas. Technical Memorandum 84/4. Canberra, Australia: CSIRO Division of Water and Land Resources; 1984. 12 p.



COMPILING A FOREST MANAGEMENT PLAN  
FOR A TANZANIAN SOFTWOOD PLANTATION 1/

Risto Päivinen 2/

Abstract-- The plantations were surveyed compartmentwise using systematic relascope point sampling. Volumes of timber assortments were derived employing measured stand characteristics and functions for stem-diameter distribution, height curve and taper curve. Growth projections were based on the development of dominant height. Using different rotations, three alternative cutting strategies for next 25 years were presented to facilitate decision making. Stem volume tables, stand volume tables and growth and yield tables based on the collected data were presented for field use.

Abstracto--La plantaciones fueron inventariadas a nivel de cuarteles de manejo empleando un muestreo sistemático de punto. Los volúmenes por tipo de productos se derivaron usando mediciones efectuadas de parámetros característicos del rodal y funciones de la distribución diámetrica de los fustes, curva de altura y curva de conicidad. Las proyecciones de crecimiento se basaron en el desarrollo de la altura dominante. Para facilitar la toma de decisiones, se presentaron tres estrategias alternativas de corta para los próximos 25 años, las que se basan en diversas rotaciones. Para su uso en los trabajos de campo, se presentaron tablas de volumen del fuste, tablas de volumen de rodal y tablas de crecimiento y redimiento, basadas en datos previamente recolectados.

## Introduction

The Shume Forest Management Planning Project was carried out by the University of Helsinki and the Tanzanian Forest Division. The project relates to a larger aid program to Tanzanian forestry by Finnish International Development Agency.

Softwood plantations cover 3800 hectares in West Usambara mountains. The main species are *Cupressus lusitanica* and *Pinus patula*. The altitude of the plantations varies between 1600 and 2200 metres above sea level and the average annual rainfall is slightly more than 1000 mm.

### The aims of the planning project

The main objective of the planning project was to prepare a forest management plan for the plantations. This plan

1/ Paper presented at the Land Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987)

2/ Risto Päivinen is acting Assistant Professor of Forest Mensuration and Management, University of Joensuu, Joensuu, Finland.

should include the inventory of the present wood resources and their location in the area, and estimates concerning the cutting possibilities in the future.

Other objectives were to develop lighter methods for stand volume assessment and to train the local personnel.

### Activities carried out in field

The plantations consist of compartments, which are even-aged blocks of forest growing the same tree species. The survey was carried out by compartments. The average size of the compartments was 13 hectares, varying from under one hectare to one hundred hectares.

A systematic sample of relascope points were measured, 5-15 points in each compartment. Stand characteristics - basal area, mean and dominant heights, mean diameter, smallest and largest diameters etc. - were recorded.

One of the points was under more detailed investigation: The diameters of trees in a 300 m<sup>2</sup> (or, if stem number was less than 1200/ha, 500 m<sup>2</sup>) circular sample plot were tallied and height of every 5th tree was measured. Ocular estimates were made of defects reducing sawlog volume.

In addition, three hundred sample trees were felled and 17 diameters from each tree measured.

Four crews, four members in each, needed two months for the field work.

#### Deriving the volume of the stand

First, employing the felled sample trees, taper curve functions were derived for Cupressus lusitanica and Pinus patula. Since the relative diameters at relative heights along the stem do not change very much with tree size, taper curve models were based on diameters at relative heights of 1, 2.5, 5, 7.5, 10, 20, ... 90 percent. A basic taper curve function was derived for both tree species as well as other functions to adjust the basic curve as a function of breast height diameter and tree height (2,3).

The total stem volumes and sawlog volumes according to the taper curve models were tabulated as a function of dbh and height. P. patula showed, on the average, better stem form and greater volume than C. lusitanica with same dbh and height.

The volume of the growing stock was calculated as the sum of the volumes in diameter classes (5). The diameter distribution was expressed with the beta-function. Using 116 circular sample plots, functions for both species for upper and lower limits and variance of the distribution were derived. These characteristics with the mean diameter and basal area determine the beta-function. The independent variables in the functions were mean diameter and age of the stand.

Näslund's height curve was calculated according to the height sample trees. The two parameters of the height curve were dependent variables in the regression functions where basal area and age of the stand were independent variables.

To obtain the volume per hectare at the relascope points, stem-diameter distributions and height curves were derived using the measured stand characteristics and independent variables. The diameter range was divided into 20 classes and the frequency of the stems in each class was derived employing the beta-function. The respective heights were derived with the help of the height curve. Taper curves were employed to obtain the volumes of the trees in the diameter classes. The volume per hectare

was obtained by adding the volumes of the 20 diameter classes together.

Using the average diameter distributions and height curves, stand volume tables for Cupressus lusitanica and Pinus patula were presented as a function of basal area and mean height (4). Together with a relascope and height meter, these tables provide a fast and easy method for assessing growing stocks.

#### Growth and drain projections

The site classification was based on dominant height and age. Compartments were divided into three site classes according to guide curves (5).

It was assumed that the development of dominant height in a site class follows the form of the guide curve. The development of the mean diameter was presented as a function of the dominant height and the development of basal area as a function of the mean diameter. Under these premises, the future development of the stands was simulated starting from the state measured in the survey.

After the stand had reached a certain basal area, it was thinned and at a certain age clearcutting took place. After clearcutting the growing stock was replaced by a young one.

#### Alternative cutting strategies

Alternative cutting strategies were derived by using different rotations and thinning schedules for 5-year periods. In figure 1, three options for a 2600 ha sub-area are presented (1). The lower the drain is in the beginning, the higher the final mean volume. In options 1, 2 and 3 the mean volume in the year 2010 is 196, 206 and 221 m<sup>3</sup>/ha, respectively.

Cutting strategy number 1 refers to sustained yield and shows the highest level of the drain in the long run. The results presented on the development of the mean volume, sawlog drain, veneer log drain (top diameter 30 cm), drain by tree species, clearcutting area, thinning area etc. will help the decision maker to consider the consequences of the various levels of the drain.

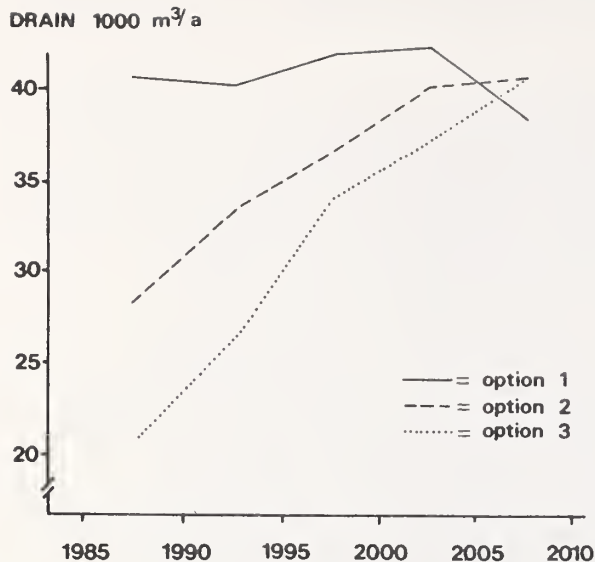


Figure 1. Development of drain in three cutting strategies.

During the field survey, cutting proposals for next 5 years were recorded in the compartment register. These suggestions will be of assistance to the local personnel selecting stands to be harvested.

#### Discussion

The management plan is considered as a guide for future activities and as an information source for decision making in changing situations. The main lines of forestry can be decided on beforehand on the basis of the present wood resources and their growth. Planning of detailed operations must be left to the local personnel who can consider them against available resources.

The method is as such suitable only for computer-based planning. On the other hand, thanks to stem-diameter-distribution models, height curves and taper curves, many benefits ensue. For example, after the field work a question arose as to the volume of the veneer logs in the area. When taper curves are used, it is an easy task to derive results concerning the volume above 30 cm top diameter.

In many cases relevant basic information for timber resource planning is not available. Therefore attention has been paid to the development of lighter inventory methods. Using stand volume tables, the compartments can easily be surveyed by a crew of one or two men whenever the compartment register is

considered to be out of date. In case change in the stand is due only to the increment of the trees, growth and yield tables can be of assistance in updating the register.

It should be also kept in mind, that microcomputers are developing fast and will contribute considerably to computing in difficult conditions. Their increasing capacity and easy maintenance can be expected to make the more sophisticated planning methods available in the tropics, too.

#### References

- 1) Forest management plan for Shume forest project 1986-1991. Department of Forest Mensuration and Management, University of Helsinki. 43 p.
- 2) Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 108. 74 p.
- 3) Määtä, M. 1987. Taper curve functions for *Cupressus lusitanica* and *Pinus patula* in North-East Tanzanian softwood plantations. Department of Forest Mensuration and Management, University of Helsinki. 12 p.
- 4) Päivinen, R. 1987. Stand volume tables for *Cupressus lusitanica* and *Pinus patula* in North-East Tanzanian softwood plantations. Department of Forest Mensuration and Management, University of Helsinki. 11 p.
- 5) Päivinen, R. & Ojansuu, R. 1983. Estimation of the stand characteristics by tree-wise models. Proceedings of the IUFRO Subject Group 4.02 meeting in Finland, September 5-9 1983. Research Reports 17, Department of Forest Mensuration and Management, University of Helsinki. 112-118.
- 6) Pikkarainen, T. 1986. Growth and yield tables for *Cupressus lusitanica* and *Pinus patula* in North-East Tanzanian softwood plantations. Department of Forest Mensuration and Management, University of Helsinki. 61 p.



A METHOD FOR ESTIMATING OPERABILITY  
AND LOCATION OF THE TIMBER RESOURCE<sup>1/</sup>

John S. Spencer, Jr.<sup>2/</sup>

---

Abstract--Describes a method for classifying timber by operability class based on seven operability components. Operability is the relative ease or difficulty of managing or harvesting timber because of physical conditions in the stand or on the site.

Abstracto--Describe un método de clasificar madera por tipo de operabilidad base en siete componentes de la operabilidad. Operabilidad es la facilidad o dificultad relativa de manejar o cortar la madera a causa de condiciones físicas en el rodal o en la estación.

---

### Introduction

Operability, as used in this paper, is the relative ease or difficulty of managing or harvesting timber because of physical conditions in the stand or on the site. A means of evaluating the operability of timberland enables the forest manager to give rational priorities to the management or harvest of some stands and to defer these activities on other stands. Thus, it can contribute to the application of sound forest management on timberland and to the wise use of such land.

The method described here is discussed further in a North Central Forest Experiment Station Research Paper<sup>3/</sup> and is only one of many possible ways to evaluate operability of timberland in a large geographic area, such as a State. The procedure uses information routinely collected during periodic Statewide forest inventories conducted by Forest Inventory and Analysis (FIA) research work units of the USDA Forest Service. It has advantages over other possible methods, however, in that the information used is readily available to the public through a data base management system<sup>4/</sup>.

Use of FIA data guarantees objectivity in the evaluation of operability, although some subjectivity is introduced in assigning values to operability components, as discussed later. Another advantage is that it allows users to tailor the results to their operability needs. Finally, the method offers a means of estimating area of timberland and timber volume by operability class and the distance to major wood-using centers.

### Method

The method used to develop operability classes for timberland in the Lake States (Minnesota, Wisconsin, and Michigan) consisted of seven steps:

#### 1. Select Operability Class Components

The kinds of information upon which operability class is based--the operability components--will differ depending on local conditions. Components deemed appropriate by Lake States foresters may not be considered important by tropical foresters. But the components can be changed to reflect the latter's interests. The technique, therefore, can be applied on timberland anywhere in the world, as long as the components mirror prevailing conditions.

To choose components suitable for the Lake States, we asked representatives from the public and private sectors of forestry in the Region to identify tree and stand data they deemed important in determining operability. Although they produced a list of many factors, we narrowed the list to those most frequently identified and those for which FIA information was available. The final list consisted of seven operability components: stand area, growing-stock volume per acre, sawtimber volume per acre, percent of cull trees in the stand, average diameter at breast height (d.b.h.) of growing-stock trees, merchantable height of growing-stock trees, and distance

---

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> John S. Spencer, Jr. is Principal Resource Analyst, USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minn.

<sup>3/</sup> Spencer, John S., Jr.; Hansen, Mark H.; Jakes, Pamela J. A method for estimating operability and location of the timber resource. Res. Pap. NC-273. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station; 1986. 52 p.

<sup>4/</sup> Hahn, Jerold T.; Hansen, Mark H. Data bases for forest inventory in the North-Central Region. Gen. Tech. Rep. NC-101. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station; 1985. 57 p.

to a maintained<sup>5/</sup> road from the stand.

In mountainous terrain percent of slope, aspect, elevation, or presence of fragile soils might be important components. In tropical forests the stand species mix, soil type, or indicators of poor soil drainage may be critical.

## 2. Assign Physical Values to Components

Based on information provided by the foresters who suggested the components, we assigned physical values to each of the seven operability components so as to separate each component into three operability classes (I-good, II-medium, and III-poor). An element of subjectivity is introduced in this step, because knowledgeable individuals can be expected to disagree about what constitutes good, medium, or poor classes.

## 3. Segregate Sapling-Seedling Stands and Nonstocked Areas

We set aside the areas of all sapling-seedling stands<sup>6/</sup> and nonstocked areas<sup>7/</sup> in a

<sup>5/</sup> Any road, hard-topped or other surface, that is plowed or graded at least once a year. Includes rights-of-way that are cut or treated to limit herbaceous growth.

<sup>6/</sup> Stands at least 16.7 percent stocked with growing-stock trees of which more than half of the stocking is saplings and/or seedlings.

<sup>7/</sup> Timberland on which stocking of growing-stock trees is less than 16.7 percent.

separate operability class, IV-inoperable. Little of this timberland will be harvested in the short term, although it might be managed for regeneration or release. Therefore, we thought that including this land in operability estimates would dilute or negate the usefulness of operability data.

## 4. Review of Process by Local Foresters

We asked local foresters from a wide cross section of affiliations to review our operability class values. Suggested changes were incorporated into the final values used, shown in table 1. The values are appropriate only for the Lake States.

## 5. Develop Computer Program to Scan Inventory Records and Expand Plot Data.

We devised a computer program to search the FIA data base and (1) retrieve the values for each of the seven operability components on every sample plot (except those in sapling-seedling stands or on nonstocked timberland), and (2) assign an operability class rating (I, II, or III) to the plot based on those component values. We arbitrarily decided that in order for a plot to receive an overall operability class I (good) rating, all of the values for the seven components on the plot had to be class I. A plot was rated operability class II (medium) by the computer if values for the seven components on the plot were either class I or II. A plot was rated operability class III (poor) if any of the component values were class III. (E.g., if the values for six components on a plot were class I and the value for the remaining component was class III, the plot was rated operability class

Table 1.--Operability component values for each operability class

Operability component	Operability class		
	I (Good)	II (Medium)	III (poor)
1. Stand area (in acres)	More than 60	10-60	Less than 10
2. Growing-stock volume per acre (in cubic feet)	More than 800	300-800	Less than 300
3. Sawtimber volume per acre (in board feet <sup>1/</sup> )	More than 3,000	1,100-3,000	Less than 1,100
4. Percent of all live trees that are cull (in percent)	Less than 20	20-50	More than 50
5. Average diameter at breast height (d.b.h.) of growing-stock trees (in inches)	More than 10	6-10	Less than 6
6. Average merchantable height of growing-stock trees (in feet)	More than 28	16-28	Less than 16
7. Distance to a maintained road (in miles)	Less than 1/4	1/4 - 3/4	More than 3/4

<sup>1/</sup> International 1/4-inch rule.



III.) These standards may be too rigid, as evidenced by the proportionally small area of class I timberland they produced in Minnesota, as discussed later.

We used expansion factors developed during the 1977 Minnesota inventory to convert plot data to estimates of timberland area by operability class for Minnesota. We computed the volume by species for each plot and then expanded the data to an estimate of volume by operability class for the State.

#### 6. Method for Eliminating Limiting Operability Components Not Considered Relevant by the User

To permit users to develop operability classes containing only components of concern to them, we developed tables showing area of timberland and growing-stock volume in operability classes II and III by limiting factors.

A limiting factor represents the component or components that prevent the indicated area or volume from being classed in a higher operability class. As mentioned earlier, a plot was rated operability class II if all the values for the seven operability class components on the plot were either class I or II. The limiting factor tables for class II show the individual components that were rated class II and, therefore, caused the indicated area or volume to be rated class II rather than class I. Limiting factor tables for class III show components rated class III, preventing the area and volume from being class II. The limiting factor tables, then, can be used by the reader to revise the estimate of operability, based only on components of interest to the reader.

For example, the Minnesota data show that limiting factor 1 (stand area--first of the seven components) is responsible for 52,700 acres of timberland being placed in operability class II rather than class I. All other components in the plots represented by the 52,700 acres were rated operability class I. If you feel that stand area is not relevant to your needs, you can add the 52,700 acres to the 52,100 acres classed as operability class I.

The resulting 104,800 acres is the adjusted area in operability class I if the constraint of stand area as a component is removed. To estimate the growing-stock volume on the above 52,700 acres, Minnesota data show that limiting factor 1 represents 90.5 million cubic feet. Adding this to the 71.9 million cubic feet estimated to be operability class I results in an adjusted class I volume of 162.4 million cubic feet. Similar adjustments can be made to area and volume estimates by discounting the impact of any combination of up to three components.

#### 7. Estimate the Area of Timberland and the Volume of Growing Stock by Operability Class and by its Distance from the Major Wood-using Centers in the State

During the aerial photo interpretation phase of the Minnesota forest inventory, the legal description of each plot (township, range, section, and quarter-quarter section) was recorded. Each plot legal description was then converted to Universal Transverse Mercator (UTM) coordinates, accurate to within 300 meters. The UTM system is designed for world use and describes locations on the globe by a grid system of sets of parallel lines, some running east-west and others running north-south. The grid squares formed by these intersecting lines are referenced by numerical coordinates and can be used to locate any place on earth between 80° south latitude and 84° north latitude.

We identified nine current major wood-using centers in Minnesota. The UTM coordinates for each of these cities were referenced and compared with the coordinates for each plot to get the straight-line distance between points. The area and volume associated with each plot could then be estimated in relation to its straight-line distance from each city. These plot areas and volumes were summed and stratified by operability class to yield an estimate of total area and volume by operability class and distance from each of the wood-using centers. Distances were grouped into three classes: (1) less than 20 miles, (2) 20 to 50 miles, and (3) more than 50 miles.

#### Results for Minnesota

##### Area

Using the method outlined above, 7.1 million acres of timberland in Minnesota are rated operability class III--poor, as shown in the following tabulation:

Operability class	Area of timberland	
	(Thousand acres)	(Percent)
I-Good	52.1	0.4
II-Medium	2,935.0	21.4
III-Poor	7,073.8	51.6
IV-Sapling-Seedling and nonstocked	3,643.0	26.6
Total	13,703.9	100.0

Using the method of limiting factors described earlier, forest areas can be shifted towards operability class I. For example, the 52,100 acres originally rated operability class I can be increased to 131,600 acres if we waive the single operability component of average d.b.h. of growing-stock trees. Or, the total area in class I can be increased to 127,000 acres if we remove the single constraint on distance to road. If both components are waived, the new class I area becomes 406,700 acres. Although this latter area is eight times larger than the original class I area, it still represents only 4 percent of the total of classes I-III in the State. This suggests that the criteria for establishing operability classes should be changed.



For example, instead of the requirement that all components on a plot be rated class I in order for the plot to be rated class I, the analyst may wish to substitute a less rigid requirement such as one that all components be rated I or II, but that there be no more than two II's. Likewise, a plot might be rated class II if component values were rated I, II, or III, but there were no more than two I's and two III's. A plot, then, might be rated class III if component values were rated II or III, but there were no more than two II's.

The areas of class II and III forest can also be adjusted. If the above two components (average d.b.h. of growing-stock trees and distance to road) are waived, the area of class II forest land changes from 2,935,000 to 3,265,900 acres, an 11-percent increase. This change reduces the area of class III forest from 7,073,800 to 6,388,300 acres, a decline of 10 percent.

#### Volume

Minnesota's growing-stock inventory of 11.5 billion cubic feet is broken into operability classes as follows:

<u>Operability class</u>	<u>Growing-stock inventory</u>	
	(Million cubic feet)	(Percent)
I	72	0.6
II	3,743	32.7
III	6,723	58.6
IV	<u>924</u>	<u>8.1</u>
All classes	11,462	100.0

Limiting factors can be used to adjust volume in the same manner they are used to adjust area. If we waive the same two operability components as were used earlier for area (average d.b.h. of growing-stock trees and distance to road), the volume in operability class I changes from 72 to 672 million cubic feet. Likewise, volume in operability class II shifts, from 3,743 to 4,057 million cubic feet and that in class III declines from 6,723 to 5,809 million cubic feet.

#### Distance from Wood-Using Center

Bemidji, Minnesota, leads all other wood-using centers less than 20 miles from operability class I and II timberland (154,000 acres), followed by Brainerd (125,000 acres) and Grand Rapids (114,000 acres). A table generated by the computer program permits analysts to estimate the area of timberland and volume of growing stock from three different radii from the nine different wood-using centers in the State.

#### Summary

The method discussed above permits users to separate timberland and the growing-stock volume on the land into operability classes and to do so by forest type, volume per acre class, stand-age class, ownership class, and distance from wood-using centers. In addition, the method includes the means to permit users to discount up to three operability components and then determine operability class based on the remaining relevant components.

## ANALISIS Y PLANES DE DESARROLLO RELATORIA DE LA SESION TECNICA GRUPO A

**MODERADOR:** Sr. William H. Mc. Williams

**RELATOR:** Ing. Braulio Muro García

En principio la conducción de esta sesión técnica los felicita por su importante aportación de experiencias y realizaciones en torno a estas importantes actividades que se vienen realizando y que deben irse fortaleciendo cada vez más, haciendo congruente lo que existe con los propósitos que conforman un futuro deseado, basados en la alta significación y trascendencia que representan estos bondadosos procesos.

Mayor satisfacción habría representado el haber contado con una mayor participación de los profesionales de los diferentes países y especialidades que intervienen en estas actividades, ya que existen muchas y variadas experiencias que hubieran sido muy útiles de ser conocidas y discutidas en el tiempo de esta sesión.

Se les agradece a todos los participantes de esta sesión sus aportaciones que resultan de suma importancia y a los ponentes por la forma de presentación y por el conocimiento mostrado al responder y comentar las inquietudes planteadas.

La sesión registró 10 ponencias, correspondiendo a Estados Unidos de Norteamérica 5, Australia 1, Finlandia 1 y México 3. Del total fue necesario leer una ponencia y los resúmenes de 3 de ellas, en virtud de que a los autores no les fue posible acudir al evento.

De la temática tratada, la orientación de los trabajos presentados, en 7 de ellos se analizan y establece, la necesidad y la importancia, de las formas, obtención, uso, manejo y aplicación de la información para el manejo del recurso y para el establecimiento de sistemas de planeación de diferentes órdenes; se analizó una evaluación de interrelación entre el recurso forestal y el sector social; 1 se refiere a la congruencia que debe darse entre la planificación forestal de la zona tropical con la realidad de nuestro escenario macroeconómico y una más referida a un plan de manejo para una plantación.

Por consiguiente y siguiendo el orden anteriormente expuesto, se destacó el sistema de manejo y presentación de información de los inventarios forestales, referidos a Quintana Roo, donde se destacó la participación e involucración de los campesinos tanto en la toma de datos como en algunos procesos de planeación.

Se comentó acerca de un Programa de Administración de Datos de Inventario de Bosques, destacando la importancia que representa el manejo de la base de datos y sus aplicaciones en los sistemas de planeación nacional regional y municipal, estableciendo que si bien el programa no es de aplicación gene-

ral, los principios del diseño son de carácter universal respecto al manejo eficaz de grandes cantidades de información.

Se destaca que en Inventarios y Planeación de Recursos tienen un alto significado las formas en que se debe mostrar la información cuando es sometida a conocimiento y análisis, ejemplificando la eficiencia que se logra con un adecuado manejo de gráficas, pantallas, barras, líneas, destacando dentro de ello el uso de sistemas de cómputo.

Se describió la instrumentación del Sistema de Información Geográfica, destacándose la importancia y relevancia que representa su aplicación y los elementos que aporta para la planeación y manejo de recursos naturales.

Se señaló que la FAO cuenta internacionalmente con un método que orienta hacia la forma más adecuada de hacer silvicultura, destacándose que el programa microcomputarizado LUPLAN selecciona una silvicultura de carácter más específica, almacena información detallada y no utiliza métodos complejos, recomendándose que la aplicación de ambos métodos, significan una base sólida para la planificación nacional.

Se expresó un método para identificar y localizar rodales donde resulta un proceso de operabilidad en base al análisis de 7 componentes, resultando que define la facilidad o dificultad de manejar o cortar la madera en relación a las condiciones físicas del rodal o del área en general. Se describió flexibilidades del método y se estableció que es aplicable en bosques tropicales.

Se hizo notar la importancia que significa la evaluación de recursos en base a una experiencia y vivencia forestal campesina, destacando que la evaluación de un recurso no debe verse ni hacerse aislado de las condiciones que se suceden en torno a su utilización, sino que sus beneficios y consecuencias deben ser congruentes entre la estabilidad de los ecosistemas y los intereses de los usufructuarios para el largo plazo, señalándose la importancia de la incorporación y participación de los usufructuarios en las tareas de evaluación y planificación, como condición básica de funcionalidad.

Se describió un análisis de los recursos forestales tropicales del México de los 40 a la década de los 80. Se señalan incongruencias entre escenario macroeconómico y propósitos de política y la pérdida de tiempo y recursos invaluable. Se propone que las decisiones sean acorde al nuevo escenario, que se establezcan proyectos de corte productivo con una distribución equitativa y en armonía con la protección, a fin de generar un mayor y mejor desarrollo económico y social.

El último informe describe la compilación de un --  
plan de manejo para la plantación de maderas blan-  
das, donde describe el tipo de inventario empleado,  
establecimiento y medición de parámetros, proyec--  
ción de crecimientos y 3 alternativas para efec--  
tuar la corta.



Abstract--A model for projecting acreages of surface area categories is described. The model was applied to wetlands data to provide projections of acreages in various wetland classes for selected years.

Resumen--Se describe un modelo que proyecta los acres colectivamente de las categorías del área superficial. Se aplicó el modelo a los datos de las ciénagas para establecer las proyecciones de los acres colectivamente en varias clases de ciénagas por años selectos.

Total acreage of wetlands in the 48 conterminous United States was 108.1 million acres in the 1950's and 99.0 million acres in the 1970's (2,4). This reduction took place prior to enactment and enforcement of some federal and many state attempts to curb wetland losses.

There are no newer national estimates available than the 1970's data (median year 1974). A model was developed to provide projections of wetland acreages and was applied to the 1950's and 1970's trends data. Changes between various categories of wetlands and other types of surface area are applied from time  $t = 1974$  to time  $t = 1974 + k$  where  $1974 + k$  is a selected year of projection. Changes are constrained such that the acres changing from category  $j$  to  $j'$  ( $A_{jj'}$ ) are estimated as

$$A_{jj'}(t^*) = A_{jj'}(t^*-1) \cdot \frac{A_j(t^*-1)}{A_j(t^*-2)} \text{ if } A_{j(t^*-1)} < A_{j(t^*-2)}$$

$$A_{jj'}(t^*) = A_{jj'}(t^*-1) \text{ if } A_{j(t^*-1)} \geq A_{j(t^*-2)}$$

where

$A_j$  = acreage in category  $j$ , and

$A_{jj'}(t=1974)$  = average annual change in acres between the 1950's and 1970's from category  $j$  to  $j'$ . Thus, if the projected annual change from category  $j$  to category  $j'$  is one thousand acres during year  $t^*-1$ , then

$$A_{jj'}(t^*-1) = 1000;$$

and, if the estimated acreages in category  $j$  at times  $t = t^*-2$  and  $t^*-1$ , after all changes have been estimated, are one million acres and 990 thousand acres, respectively,

$$A_{jj'}(t^*) = 1000 \left( \frac{990,000}{1,000,000} \right) = 990.$$

$$A_{j(t^*)} = A_{j(t^*-1)} + \sum_{k=1}^n A_{kj}(t^*) - \sum_{k=1}^n A_{jk}(t^*)$$

where  $n$  = number of categories.

Projections are therefore based on historical trends with consideration given to the amount of surface area remaining (available for change) in each category. As such, there are no quantum changes during the projections. There are not large conversions at any given time(s) based on expected or assumed economic events. There are also no changes based on expected or assumed influences of legislation and resulting regulation. Such assumptions, and others, can be incorporated into the model if one wishes to examine the consequences of such events and actions and is able to postulate the assumptions pertaining thereto.

The outputs of the model, when applied as described above, provide projections useful for planning and development of policies. Such projections are similar in scope to projections made by other agencies--for example, the projections made for U.S. Forest Service planning and reports to the Congress as required by the National Forest Management Act of 1976.

A summary of 1974 estimates and projections for 1986, 1990, 1995 and 2000 is presented in Table 1. Of particular note are the projected losses of palustrine (freshwater) vegetated wetlands from 1974 to 2000. These wetlands provide extremely important wildlife habitat--especially for migratory waterfowl. The projected loss of palustrine forested wetlands (swamps) is 3.78 million acres (an area larger than the state of Connecticut), and the loss of palustrine

<sup>1/</sup>Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup>W.E. Frayer is Dean, School of Forestry and Wood Products, Michigan Technological University, Houghton, MI.

Table 1--Estimates, in thousand of acres, for 1974 and projections for 1986, 1990, 1995 and 2000 for selected surface area categories of the 48 conterminous United States.

SURFACE AREA CATEGORY <sup>1/</sup>	1974 78	1986 79	1990 79	1995 80	2000 80
MARINE INTERTIDAL					
ESTUARINE SUBTIDAL	14,968	15,197	15,244	15,299	15,349
ESTUARINE INTERTIDAL <sup>2/</sup>					
NONVEGETATED	747	776	784	794	805
ESTUARINE INTERTIDAL <sup>2,4/</sup>					
VEGETATED	4,496	4,147	4,066	3,971	3,881
PALUSTRINE OPEN <sup>3/</sup>					
WATER	4,393	5,599	5,998	6,494	6,987
OTHER PALUSTRINE <sup>3/</sup>					
NONVEGETATED	577	641	663	690	717
PALUSTRINE <sup>3,4/</sup>					
FORESTED	49,713	47,824	47,262	46,584	45,932
PALUSTRINE <sup>3,4/</sup>					
SCRUB/SHRUB	10,611	10,955	11,065	11,200	11,333
PALUSTRINE <sup>3,4/</sup>					
EMERGENT	28,441	27,559	27,297	26,989	26,701
LACUSTRINE	57,924	58,437	58,616	58,837	59,056
OTHER SURFACE AREA	1,808,476	1,809,210	1,809,350	1,809,486	1,809,583
TOTAL	1,980,424	1,980,424	1,980,424	1,980,424	1,980,424
VEGETATED WETLANDS	93,261	90,485	89,690	88,744	87,847
<sup>1/</sup> Classification according to Cowardin (1)					
<sup>2/</sup> Estuarine wetlands					
<sup>3/</sup> Palustrine wetlands					
<sup>4/</sup> Vegetated wetlands					

emergent wetlands (marshes and wet meadows) is projected to be 1.74 million acres (an area larger than the state of Delaware) for a total loss in these two categories of over 5.5 million acres (an area larger than the state of New Jersey).

Large losses of palustrine forested wetlands are projected for Arkansas (490 thousand acres), Louisiana (590 thousand acres) and Mississippi (800 thousand acres) in the Mississippi Flyway; and North Carolina (520 thousand acres) in the Atlantic Flyway.

Losses of palustrine emergent wetlands are projected to be large in Louisiana (120 thousand acres), Michigan (90 thousand acres), Minnesota (370 thousand acres), and Wisconsin (140 thousand acres) in the Mississippi Flyway; and Florida (330 thousand acres) in the Atlantic Flyway.

The projected national annual changes for the year 2000 are shown in Table 2, with net changes and gross changes for each category of surface area. The palustrine forested category is projected to have an annual net loss of  $211.5 - 83.3 = 128.2$  thousand acres

and palustrine emergent wetlands an annual net loss of  $191.3 - 135.3 = 56.0$  thousand acres.

The losses in palustrine forested wetlands include 26.6 thousand acres to palustrine emergent wetlands, 42.6 thousand acres to other palustrine wetlands and 133.8 thousand acres to "other" surface area categories. Included in the 133.8 thousand acres loss are 114.1 thousand acres to agriculture. This projected loss to agriculture includes 13.5 thousand acres in Arkansas, 18.4 thousand acres in Louisiana and 24.1 thousand acres in Mississippi--the largest losses in a total loss of 74.3 thousand acres in the Mississippi Flyway; and 14.7 thousand acres in North Carolina--the largest loss in a total loss of 34.1 thousand acres in the Atlantic Flyway. The largest national annual gain in palustrine forested wetlands is projected to come from "other" palustrine wetlands--a total of 44.5 thousand acres.

Projections were made for physical subdivisions within states as described by Hammond (3) states, flyways and national totals. They can be useful in planning,

Table 2--Projections of annual changes, in thousands of acres, for the year 2000, for selected surface area categories of the 48 conterminous United States.

ORIGINAL SURFACE AREA CATEGORY	NEW SURFACE AREA CATEGORY							TOTAL
	DEEPWATER HABITATS	ESTUARINE INTERTIDAL	PALUSTRINE OPEN WATER	PALUSTRINE FORESTED	PALUSTRINE EMERGENT	OTHER PALUSTRINE	OTHER	
DEEPWATER <sup>1/</sup> HABITATS		9.9	0.2	0.2	5.0	0.4	2.6	18.3
ESTUARINE INTERTIDAL	20.2		0.1	0.1	0.6	0.1	5.3	26.4
PALUSTRINE OPEN WATER	0.3	0		1.4	9.8	2.6	5.2	19.3
PALUSTRINE FORESTED	3.3	<0.1	5.2		26.6	42.6	133.8	211.5
PALUSTRINE EMERGENT	7.9	<0.1	12.8	20.7		36.8	113.1	191.3
OTHER PALUSTRINE	1.0	<0.1	1.9	44.5	10.2		24.5	82.1
OTHER	39.0	0.8	97.7	16.4	83.1	31.2		268.2
TOTAL	71.7	10.7	117.9	83.3	135.3	113.7	284.5	

<sup>1/</sup>Estuarine subtidal and lacustrine

#### Literature Cited

1. Cowardin, L.M. 1978. Wetland classification in the United States. J. For. 76(10):666-668.
2. Frayer, W.E.; Monahan, T.J.; Bowden, D.C.; Graybill, F.A. 1983. Status and Trends of Wetlands and Deepwater Habitats in the Conterminous United States 1950's to 1970's. Colorado State University Publications Service.
3. Hammond, E.H. 1970. Physical subdivisions of the United States. In National Atlas of the United States. U.S. Geological Survey, Washington, D.C. 417 pp.
4. Tiner, R.W., Jr. 1984. Wetlands of the United States: Current Status and Recent Trends. U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

policy formulation, and to evaluate the effectiveness of efforts to affect wetland conversions. As indicated earlier, there are no quantum changes produced by the model. There is an upper limit placed on changes; assuming that just because more surface area may become available for change, there is no logical reason to expect the change to increase. Also, changes are dampened to the extent that as area available for change diminishes, the change is assumed to diminish at the same rate.

Assumptions involving economic events and/or regulatory effects can be incorporated into the model. Some basis for assumptions may result from studies currently being conducted in selected geographic areas which will provide updated estimates of status and trends.



Thomas W. Hoekstra<sup>2</sup>, Linda A. Joyce<sup>3</sup>, Thomas Hamilton<sup>4</sup>

Abstract--A multiresource framework was developed to integrate natural resource models predicting the impact of timber and land management on timber, forage, wildlife, fish, and water for the southern United States. Statistical models for each resource used common descriptions of the land base. This framework provides a consistent set of multiresource projections from the same land base.

Abstracto--Se desarrolló una armazón para integrar modelos de recursos naturales que predecían el impacto del manejo forestal y del suelo en los bosques, el forraje, los peces, la fauna silvestre, y el agua del Sur de los Estados Unidos de América. Modelos estadísticos de cada recurso usaron los mismos descripción del suelo. Esta armazón proveen resultados consistentes de proyecciones de recursos múltiples del mismo suelo.

## Introduction

Decisionmaking in forestry has become increasingly complex. In country after country, the pattern has been the same. As populations have grown, demands for traditional wood uses have steadily increased. Our capability to meet these demands is constantly being eroded by other more economically dominant demands from urban or agriculture uses which reduce the forest land base, and other external forces, such as acid deposition, which reduce the growth of trees. In addition, other uses of the forest itself, such as those relating to wildlife and domestic grazing, mean that the manager must juggle forest practices to best respond to a mix of demands.

Natural resource planning requires an understanding of the ecological and economic processes operating within the environmental system. These processes will vary over scales of time and space. The number of different disciplines involved in resource planning bring different objectives, definitions, and assumptions concerning resource management questions. Determining future resource production requires repeatable and definable procedures for analyzing multiple resource responses to changing land management activities. In the past, resource projections have focused on each resource separately, ignoring the interactions between resources.

Assumptions about resource interactions within the environmental system must be made explicit in any statement about the future behavior of the environmental system. A desire to inject objectivity into the planning process has led to the development of mathematical models for planning (9). The complex nature of the environmental system can be seen in the many different approaches that have been developed to quantify the impacts of land management activities on resource production (6, 10). The multiresource framework outlined here describes our approach in integrating some of the disciplines involved in planning.

Planning by the Forest Service is required at the local level for national forests and at the national level for the country as a whole. At the national level, a periodic assessment of the renewable resources produced on all forest and range lands of the United States is required of the Forest Service by the Forest and Rangeland Renewable Resources Planning Act of 1974 and the National Forest Management Act of 1976. The national assessment is a technical statement of the status and trends of renewable natural resources (17). Tasks to be accomplished include (7):

1. A summary of the current and historical production and consumption of resources: timber, forage, recreation, wildlife, and water;
2. A projection of future multiresource production and consumption patterns from the current situation;
3. An analysis of opportunities for improving the future resource production and consumption situation, considering tradeoffs in the production and consumption of all renewable resources.

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Assistant Director for Research, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minn.

3/ Range Scientist, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station 240 West Prospect Street, Fort Collins, Colo.

4/ Director, Resources Program and Assessment Staff, USFA Forest Service, Washington, D. C.

For Task 1, the current production of these renewable resources from all forest and range-lands in the United States must be summarized from state, regional, and national inventories. For assessment Task 2, the production of resources in the likely future must be estimated. This likely future is that future where the supply/demand of resources reflects the historic patterns of resource production and utilization. For assessment Task 3, alternative futures of resource supply/demand must be considered. These alternative futures are not constrained to follow historical patterns, and could include different assumptions about the production of resources and the demand of resources. Tasks 2 and 3 require analytical models which quantify the ecological and the economic processes of the environmental system so that futures based on alternative assumptions about resource production, resource demands, and the national economy can be examined.

This paper presents the conceptual framework for integrating resource models projecting futures for timber, forage, wildlife, fish, and water at the regional level. Models recently developed for forage, wildlife, fish and water, were applied to the southern region of the United States. Two additional models, the timber inventory projection model (Timber Resource Inventory Model (TRIM), 15), and the land area projection model (3), are briefly described in this paper as components of the multiresource framework. This case study was designed to examine the future effect of land use and timber management on forage production, wildlife abundance and occurrence, fish abundance, and water yield within the southern United States.

#### Regional Model Framework

Several basic concepts were important in the development of our multiresource framework. The boundaries for analyzing responses or reporting results may be delineated by ecological, economic, or political factors. Size of the land area for analysis must incorporate the appropriate mix of resources to be analyzed, and the factors affecting those resources. The mix of resources produced within a regional geographic area would be more similar than across the nation; e.g., timber, water yield, forage, and white-tailed deer in forested environments as compared with corn, water yield, forage, and white-tailed deer in agricultural environments.

Natural resource systems are interactive in that management for one resource affects a second resource which may, in turn, affect the first resource. These feedbacks are, in some cases, subtle, and in most cases, not quantified. The dynamics of multiple resource interactions are poorly understood, and the lack of available resource information in national and regional inventories has limited the development of theory and quantitative descriptions of multiresource interactions (11, 12). Individual resources have been modeled using a set of common production factors within a region. However, the more complex relationships among individual resources

at the regional level have not been incorporated into models which combine economic and ecological factors. As a first step toward the goal of projecting resource interactions, regional resource models can be designed to share common environmental factors that are influenced by timber management and land use change. The development of an integrated framework containing a combination of basic environmental and economic factors incorporates the most significant effects on future resource production.

In the southern region, competition for commercial forestry and agricultural land has been projected (4). Commercial forestland and agricultural land not only produce wood and crops, but are important habitat for a variety of wildlife species. In addition, southern forests are seen as a valuable potential grazing resource for livestock. Forestland and agricultural land management have an impact on water yield and levels of nutrients in streams, and on fish habitat. Our conceptual framework integrates single resource models that estimate the effects of changing land use and timber management on the individual resources of forage, wildlife, fish, and water yield (fig. 1). Outputs from the land area and timber model become inputs to the fish, forage, water, and wildlife models. This framework was applied to 12 states within the southern region of the United States (fig. 2).

#### Land Base

Resources of crops, timber, forage, wildlife, fish and water are produced from the same land base. Some resources are produced on the same acres, others are not. This is an important distinction for analysis. For example, crops, wood, and forage are produced from nonmobile plants which are measured and described accurately on an average acre basis from point or plot samples. Wildlife, fish and water resources, are mobile, and are produced, measured, and analyzed on contiguous units of land.

Land and resource inventories could be integrated in this study because a commonly defined list of land and timber management descriptors was available to guide the development of the individual resource models. The integration of resources through a commonly defined set of variables is distinguished here from the integration of resource inventory information based on a common geographic area. The use of common variables for independent estimates of resource production frees the integrated analysis from the constraints of a common geographic base and permits estimates of multiresource interaction using aggregation rules to integrate the results of all separate analyses to a common geographic. These aggregation rules can support reports for political, ecological, or economic defined geographic areas. We have used this method for integrating our resource models. This discussion is not meant to suggest that a geographic basis for inventory does not contribute important information. To the contrary, it is the only way in which the effect of size, shape and distri-



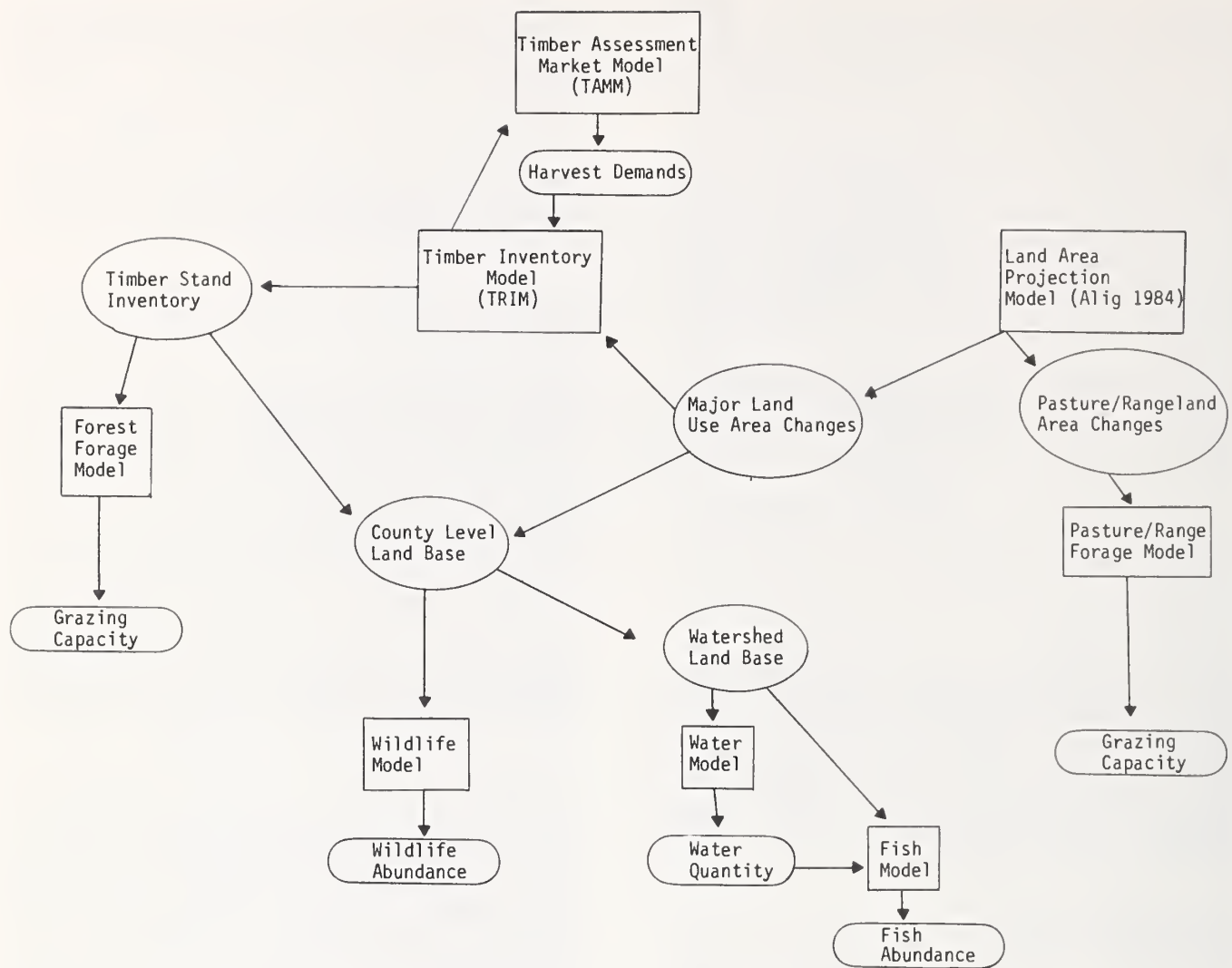


Figure 1. Multiresource framework integrating individual resource models at the regional level.

bution of land types on resource interactions can be estimated. A predetermined geographic production system within which commonly defined variables are inventoried is ultimately needed to address the complete integration of resource production.

The common land base used here was constructed from Bureau of Census, Forest Service Multi-resource Inventories, and Soil Conservation Service Natural Resource Inventory data. The land use/land cover types in southern United States included the major categories of forest, range, pasture, crop, urban, roads, and water. Data for commercial forestland, productive reserved forestland, and unproductive forestland were taken from the Forest Service Inventory on the assumption that this data is the most detailed and accurate for these land types. Commercial forestland was further divided into five forest cover types: planted pine, natural pine, oak-pine, upland hardwoods, and bottomland hardwoods. The structure of each forest type was

further described using age class, site class, stocking level, and timber volume. Data for cropland, rangeland, water, urban, and road areas were taken from the Soil Conservation Service inventory, on the assumption that this data is the most detailed and accurate for these land uses. Various aggregations of the land area data may be used within different resource models.

#### Resource Models

Regional models did not exist for the resources of wildlife, forage, water, or fish. A comprehensive land use projection model existed for the southern United States (3). Only one regional timber model currently existed which met the ecological and economic criteria for our framework, the regional timber inventory model, TRIM (15, 16). In our framework, forest management decisions and land area shifts between land cover types and land uses initiate changes in forage, wildlife, fish, and water models.





Figure 2. Study area in southern United States.

#### Land Area Projection Model

Models projecting a single land use, for example, forestland, assume that other land use shifts are residual. This assumption fails in areas where competition for land use exists, for example, among cropland, urbanland, and forestland in southern United States (4). Changes in all land uses must be projected if resource production across the entire land base is to be accurately examined.

The regional land area model for the southern United States, uses economic variables, such as timber income, competing land use, personal income, and population growth to project shifts within the major land use/land cover types and ownerships at the state level for 50 years (3). The major land categories are: commercial forestland, pasture and range land, cropland, and urban land. Commercial forestland is divided by ownership: farmer, forest industry, and miscellaneous private. Forest type changes are projected among the 5 major forest types (2).

#### Regional Timber Inventory Model

The timber inventory model, TRIM, projects growing stock volume of timber within aggregated, but discontinuous, homogenous units of land defined by ownership, forest type, site class, and age classes (15). The ownership classes include federal, farmer forest, nonindustrial private, forest industry, and miscellaneous private. Demand for stumpage, lumber, and plywood from all forests in the United States has been analyzed quantitatively at the national level using the Timber Assessment Market Model

(TAMM) model (1). Together, the timber market model, TAMM, and the timber inventory model, TRIM, form a modeling system which interacts to equilibrate supply and demand in the forest products sector. The demand for timber from one region can affect timber production in other regions.

Harvest requirements are determined from market demand and harvest is allocated across the available timber inventory. Output from the TRIM model includes a 50 year projection of harvested volume, growing stock volume, and area for forest types, ownership, site class, and age class.

#### Forage Model

Forage is produced on forestland, pastureland, and rangeland in the southern United States. Factors that affect the growth of forage differ among these broad land cover types. Different modeling approaches were used for pasture/rangeland and for forestland. On forestland, forage is significantly affected by changes in the forest stand structure. In our study, regional forage models were developed for four forest types (planted pine, natural pine, oak-pine, upland hardwoods) in forms similar to the statistical models describing overstory-understory relationships on a specific site (e.g. 5). Forest inventory data including forest and forage variables, and environmental variables available in the Forest Service Multiresource Inventories (14) were used to develop statistical models. Because these forest forage models were required to link to the timber inventory model, the variable selection process was restricted to timber variables projected in the timber inventory model. On pasture and rangeland ecosystems, environmental factors and past management have been shown to be significant in determining herbaceous production and grazing capacity. The Soil Conservation Service pasture and range site guides were used to describe forage production under favorable, median, and unfavorable precipitation, and initial stocking rates for cattle by condition of the pasture and range.

#### Wildlife Model

Quantity and quality of wildlife habitat are modified through relative acreage changes in both land use and land cover. The geographic units for regional wildlife models can be contiguous land areas defined ecologically, economically, or politically within which wildlife abundance and the land use/land cover data can be organized. Vegetation and land use variables describing the general habitat conditions can be correlated with abundance classes of wildlife species (13). Land use/land cover data developed from national and regional inventories, along with the wildlife species abundance and occurrence information obtained from state wildlife and fish agencies were used to construct multivariate statistical models which estimated wildlife abundance and occurrence for individual species. This model is further described in (8).

## Water Yield Model

Quantitative regional models which estimate changes in water yield in response to changes in land use and land cover are also part of the regional multiresource modeling framework. The geographic units for such water models were Geological Survey watersheds. Land use/land cover inventory from the combined national and regional inventories can be assembled by watersheds, meeting the framework specification of a commonly defined land base. Refinement and improvement of the concepts in site-level (or watershed) models can establish the basic regional water models which include variables that are projected in the land area and timber inventory models. For a watershed, runoff in feet per year is predicted by a matrix of water yield changes for shifts of watershed land area in each land use and cover category.

## Fish Model

Regional fisheries analysis is possibly the most difficult of the resources we incorporated into the framework. Management activities change the amounts of land in various land use/land cover categories and these activities influence indirectly the fisheries resource through changes in water runoff. However, not all of the pertinent fish habitat changes are modeled in the water analysis. Thus, the fish resource model directly incorporates land use/land cover variables within the Geological Survey watershed. The fisheries analysis requires sub-regionalization because fish species groups (e.g. cold-water) are limited geographically. Trout population data were available from state surveys of cold-water streams. A multivariate statistical model predicts trout density as a function of water runoff and land use/land cover within the watershed. Water parameters were estimated by the water models described above, thus linking the water and fish projection models. This model is further described in (8).

## Analysis of Futures

The likely future is generated within this framework by projecting timber inventories or land area changes based on our best expectation of economic and social factors, and evaluating the timber inventory and land area changes in the models for fish, forage, wildlife, and water. Land use/land cover changes and timber management will vary the types of ecosystems, the acres of each ecosystem, and the structure within each ecosystem. Integrating these future changes into the single resource models produces a consistent interpretation of the likely future multiresource supply.

Alternative futures are generated by changing the economic or social assumptions made about the future. For example, economic projections could be varied and the land area model would produce a different set of projections for land use. These projections could, in turn, impact timber

harvest, forage production, wildlife and fish abundance, and water yield. Other projections could examine the impact of a significant decrease in timber growth, or in the area of forestland. The integrated framework allows the examination of the impacts of these scenarios on the production of forage, wildlife, fish, and water.

## Conclusions

The conceptual framework presented in this paper provides a structure within which single resource models can be integrated to provide a multi-resource projection at the regional level. This application examined the impact of timber management and land area shifts on multiple resource production in the southern United States. Crucial to this framework is a land base description common to all resources. Shifts in the land base and timber inventory projections are used to evaluate the fish, forage, water, and wildlife responses. The combined set of resource projections provides a consistently developed multiresource picture of the future supply of these resources. If applied to different regions, then the implementation of this conceptual framework must reflect the ecosystems and resources in the specific region.

The interaction of management for resources other than timber on multiresource production are impacts not presently included in these regional models. Clearly, forest cover dominates the ecological systems in southern United States. Feedbacks from other resources to timber, or the management of those resources often mitigates the impact of timber on fish, forage, or wildlife. Resource planning seeks to quantify the effect of land management activities on the suite of resources produced within a planning unit. This effort, to quantitatively incorporate other resource considerations into a single resource analysis, represents the first generation of a multiresource analysis. This experience offers a structure from which future research activities can begin the process of incorporating the simplifying assumptions made in this analysis.

## References

1. Adams, Darius M.; Haynes, Richard W. Softwood timber assessment market model: Structure, projections, and policy simulations. Forest Science Monograph. Number 22; 1980. 64 p.
2. Alig, Ralph J. Modeling acreage changes in forest ownerships and cover types in the Southeast. Res. Pap. RM-260. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest Experiment Station; 1985. 14 p.
3. Alig, Ralph J. Econometric analysis of forest acreage trends in the Southeast. Forest Science. 32:119-134; 1986.
4. Alig, R.J.; Adams, D.M.; Haynes, R.W. Long-range projection of forest area changes: New approaches are needed. Journal of Forestry. 81:723-727; 1983.



5. Clary, W.P. Grazing and overstory effects on rotationally burned slash pine plantations ranges. *Journal of Range Management*. 32:264-266. 1979.
6. Hirst, S.M. Applied Ecology and the Real World II. Resource Management and Impact Assessment. *Journal of Environmental Management*. 18:203-213; 1984.
7. Hoekstra, T.W.; Hof, J. National Assessments of Wildlife and Fish: A technical framework. Gen. Tech. Rep. RM-122. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station; 1985. 6 p.
8. Hoekstra, T.W.; Flather, C.H.; Flebbe, P.A. Regional Fish and Wildlife Habitat Models: Application for National Multiple Resource Planning. In: *Proceedings of the International Conference and Workshop: Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics*; 1987, January 25-31; Chetumal, Mexico. Washington, D. C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; in press.
9. Hollick, M. The role of quantitative decision-making methods in environmental impact assessment. *Journal of Environmental Management*. 12:65-78; 1981.
10. Hollings, C.S., editor. *Adaptive environmental assessment and management*. Shichester, England: International Institute for Applied Systems Analysis, John Wiley and Sons; 1978. 337 p.
11. Joyce, Linda A.; McKinnon, Barbara; Hof, John G.; Hoekstra, Thomas W. Analysis of multiresource production for national assessments and appraisals. Gen. Tech. Rep. RM-101. Ft. Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station; 1983. 20 p.
12. Joyce, L.A.; Hoekstra, T.W. A national perspective on information needs from inventories. In: Lund, H. Gyde, ed., *Preparing for the 21st Century, Proceedings of the Forest Land Inventory Workshop*; 1984, March 26-30; Denver, CO. Washington, D. C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Timber Management, 1984: 218-227. 334 p.
13. Kitchings, J.T.; Klopatek, J.M. A regional approach to prediction of distribution and abundance of animal species. Final Report for Interagency Agreement IAG 40-1105-80. Oak Ridge, Tenn: Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory. 1982. 67 p.
14. McClure, Joe P.; Cost, Noel D.; Knight, Herbert A. Multiresource inventories--a new concept for forest survey. Res. Pap. SE-101. Asheville, N.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station; 1979. 68 p.
15. Tedder, P.L.; LaMont, R.N.; Kincaid, J.C. The timber resource inventory model (TRIM): a projection model for timber supply and policy analysis. Gen. Tech. Rep. PNW-00. Corvallis, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station: (in press).
16. Tedder, P.L. Simulating management intensifications in national timber-supply projections. *Journal of Forestry*. 81:607-609; 1983.
17. U. S. Department of Agriculture. An assessment of the forest and range land situation in the United States. Forest Resources Report No. 22. Washington, D.C.: Forest Service; 1981. 352 p.



DOMINICAN FOREST POLICY DEVELOPMENT  
AND RESOURCE EVALUATION STRATEGY 1/

Douglas M. Knudson 2/

---

Abstract--An accelerated forestry research strategy offers species and initial growth data for forestry policy and investment decisions in the Dominican Republic. National energy policy, wood imports, sugar diversification and eroding soils favor rapid planting. Research on four areas indicated, in the three years, species for the diverse nation and the profit potential for private investors.

Resumen--Una estrategia investigativa ofrece datos sobre especies forestales y su crecimiento inicial para inversiones y la política forestal en la República Dominicana. La política energética, importación de madera, diversificación azucarera y erosión de suelos todos favorecen plantar rápidamente. La investigación en cuatro renglones, en sólo tres años, probaron varias especies para este país muy variado y estimó el potencial de beneficios para inversionistas.

---

### Introduction

The purpose of this paper is to explain the strategy of the Dominican Republic in using its first major forestry research program to guide development of a policy for re-creating a forest resource base.

The Dominican Republic faces a major natural resources crisis that limits its economic development. A country that is ideally suited for forest production is importing wood and pays high prices for charcoal. It has the potential to create new wood industries for local and export consumption; to do so, a forest resource base must be re-established.

Barriers to forestry investments include a lack of technical personnel and forestry data. A research program started in 1983 to fill this gap. The research strategy and the nature of the results are presented here as a possible model of resource evaluation--matching forest species and silvicultural methods to

ecologically varied sites for a reforestation strategy.

The Dominican Republic occupies two-thirds of the island of Hispaniola, between the islands of Cuba and Puerto Rico. Neighbor Haiti has a slightly drier climate, a higher population density and a serious loss of forest resources; it serves as a living reference of how bad things could become if more land is not put back into forests.

### Forest Policy Goals

As in any case of developing forest policy, the goals are diverse and differ with individuals. Based upon the speeches and action of three presidents and other influential citizens as well as various studies and reports, the nation's forest policy seems to include the following objectives:

1. Maintain the national parks as natural preserves, allowing restoration of the ecosystem wherever it has been disturbed by agriculture.
2. Increase the forest resource base through plantations of fast growing trees which will supply energy needs, thus reducing the drain of foreign exchange for petroleum.
3. Increase plantations of sawlog species, thus providing a resource for now-idle sawmills and furniture factories.

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Douglas M. Knudson is Professor of Forestry, Purdue University, W. Lafayette, IN, and Resident Advisor in Santiago, Dominican Republic, of the Wood Fuel Research Development Program.

4. Protect the key watersheds with forest (although no effective methodology has been put into practice) to reduce siltation of reservoirs, to assure steady supplies of water for irrigation, to reduce sedimentation of rivers for better industrial and shipping use and to maintain quality and quantity flow for domestic and industrial water supplies.

5. Protect native fauna and increase its habitat.

Little has been said about managing native dry forest resources. Recent decrees have established zones for charcoal production under national management, but the areas are so few and the management methods or enforcement so undefined that there is a need for further development of this policy to make it effective.

### Situation Analysis

Several excellent general resource analyses have been conducted and are summarized in the country environmental profile (2). The country is ecologically very diverse for its 48,442 square kilometers. Nine life zones of the Holdridge ecological classification occur here (3,8). Two of these cover 68% of the nation, subtropical moist and subtropical dry. A third zone, the Subtropical Lower Montane Wet Forest, with 7% of the land, is critical for a regular supply of water for irrigation and power.

Most farmers own or use small plots, cultivating marginal lands or recently cleared forests that are unsuitable for sustained annual crops. The country has large areas with good or moderate agricultural productivity (1), but much is underutilized. Nevertheless, 62% of the land is classified as suitable only for forestry or conservation (8).

Forest resources once covered most of the nation. Today, only 14% is forested, some in protected designations. Very little land (3,000-4,000 ha of plantations) is under technical forest management. Charcoal and fuelwood comes mostly from dry scrub forest which is rapidly degrading and disappearing as a productive element.

Petroleum is all imported and processed at the government refinery. The policy is to keep growth of oil imports to a minimum. Sawwood, pulp, paper and plywood are all imported, costing US\$80 million per year or more. Small furniture industries are closed or are using clandestinely cut local trees or imports.

Population is rising rapidly; unemployment is high; many rural residents have only small properties. Sugar diversification is about to occur and much of the cane land is ideal for conversion to forestry.

About 40% of the land is "public" but with little more than legal control in many areas. Much is used for itinerant agriculture and some is illegally occupied. About 20-25% of the nation is in large ownerships of several thousand individuals or companies. In short, land, economic and social conditions are appropriate for the development of major reforestation efforts. The market is strong and private initiative is promoted.

Among the impediments to progress are at least three that seem critical:

1. A law restricting tree cutting that has been interpreted to apply to plantations.

2. A lack of technical information about forest planting and silviculture.

3. A lack of financial experience data.

Among other factors cited by various individuals are the excuses of "the long wait" even in this nation where rotations can be very short, a shortage of capital, lack of incentives, and a lack of a forestry tradition or consciousness. International development monies are available on a soft loan or grant basis for many activities in other fields. A few foresters and politicians asking major investors to plant trees to make money in 5 to 10 years are heard but are given a lower priority than one would wish. A stronger risk-taking response has come from medium income landowners who ask only for technical guidance and follow-up.

### Resource Evaluation

This is a country that has used up most of its given forest resource. The rest is under constant pressure from livestock and charcoal makers. The need is to develop a resource base for sustained productivity. There are two strategies that are complementary:

1. The management for recovery of the remaining dry forests. Observations suggest that recovery will be very difficult socially, economically and ecologically.

2. Plantation forestry to create wood supplies that are close to the markets. This must be done quickly and on a large scale to prevent what appears

to be the almost certain ecological disaster predicted by politicians, local ecological societies and journalists.

Because there has been little experience in forestry work in the country, the government organized a research program to provide practical information on species and silviculture before launching a reforestation campaign. Now, after only three years of research, the governments of the Dominican Republic and the USA have established a reforestation fund to provide commercial loans for plantations. Other programs are sure to follow.

### The Research Program and Strategy

The strategy is aimed at private investors. The research is applied, offering guidelines for individual land-owners who will be planting trees. The private focus gives importance to the cost and return data as well as keeping the research very practical. The focus on the private sector is for various reasons:

1. Private landowners control most of the productive land in the country, large areas of which are under-utilized.

2. Private investment is assumed to be quicker and more flexible than public investment in adopting the ideas and making investments, once the feasibility of plantations is known.

3. Private enterprise is likely to quickly fund further research when their investments will be benefited, thus speeding the development of technical forestry knowledge and a high level of forest management practice at a relatively low cost to the public.

4. With diversified private investment controlling the resource base, it should be easier and more efficient to establish marketing mechanisms and new forest industries.

5. Of course, the government may use the information as well; it is our experience that any quick change in land use will probably come from private sector initiatives.

### The Research Methodology

The wood fuel research program is part of a larger Energy Resources project operated by the National Energy Policy Commission with AID financing. The wood fuel program includes four general areas of work:

#### A) Basic studies

#### B) Native forest studies

#### C) Charcoal and firewood studies

#### D) Plantation experiments

The basic studies focus on ecology, dendrology, policy and financial feasibility, providing support data to the other phases of the program. One study (6) indicates the profitability of fuelwood or charcoal plantations.

Native dry forest studies started with composition and volume studies and continue with silvicultural treatments to enhance productivity and value.

Wood-fuel studies (4) show that brick kilns need only 60% as much wood as traditional methods to produce the same quality and quantity of charcoal. Using kilns could thus reduce the rate of deforestation while plantations grow. Various studies of consumption of fuelwood and charcoal suggest that this market will be viable for a long time.

Of these four groups, the study of plantations is of great importance to future investors, since much of the country is without native forests and the lands close to the fuelwood markets will have to be planted to meet the immediate needs of the nation. The plantation program consists of four main types of experiments, two of which allow rapid results (2).

1. Initial growth trials are designed to give species selection answers in two years. They use single tree plots with 16 or more replications. On less than 1,000 square meters, 10 to 15 species can be compared without concern about variations in soil. When these trees begin to compete with each other, the measurements are terminated and the best trees can be left as seed sources. The information on height growth and survival are very important to investors. It is this very compact experiment that has allowed the program to produce species recommendations for 20 different ecological conditions within three years, selecting from 40 species.

2. While initial growth trials give only preliminary information, yield plots compare two to eight species in small parcels of 81 trees of each species in randomized complete blocks with four replications. The productivity of plantations can be estimated at various ages; the most valuable comparisons will be at harvest age, normally seven to ten years.



3. Spacing trials help to determine which distance between trees produces the greatest net economic return at harvest time. The program uses both the compact Nelder wheel design and the larger blocks of trees at four different spacings. The blocks of closely-spaced neem (Azadirachta indica) have already shown some remarkable synecological effects. The long-range productivity is the ultimate point of interest, to find if high costs of close spacing are compensated by high yield.

4. Pilot plantations is a category in which many different silvicultural and economic studies are conducted on different-sized parcels. The program has conducted experiments with herbicides, fertilizers (4), cost comparisons of site preparation and planting methods, bacterial and mycorrhizal inoculation, species mixes, water conservation and pruning. As the plantations mature, other trials can be implemented on thinning, harvesting and regeneration methods. The program has also measured several private plantations and studied insect and pathological problems.

#### Major Findings of the Program

After only three years of research, a very short time in forestry, the strategy has produced interim recommendations as to species selection for different soils, altitudes and rainfall levels. It has also documented some of the problems that investors can expect and offers preventions and solutions.

Among the elementary but critically important principles that must guide policy formation and a production program, the program has evidence to support the following findings.

1. There is no one "magic species" in a nation that is so diverse. The program has identified a "basic portfolio" of 6 species that allow planters to choose one or two for almost any situation in the country. Among these are: Eucalyptus camaldulensis, Azadirachta indica, Leucaena leucocephala, Cassia siamea, Calliandra calothyrsus, Eucalyptus robusta. Other species of Eucalyptus, Casuarina spp., Gliricidia sepium and several others have shown strong promise but require further study or special care. Several highly-praised species have performed poorly in some trials.

2. There is no uniform cultural practice to be recommended for all sites except the vigorous control of weeds and the barring of livestock. Fertilizing and irrigation have proven critical in some sites but unproductive on other soils.

3. Planting on marginal sites will probably produce marginal growth and low profits. Planting on more productive soils will produce rapid growth and quicker income, probably at lower costs.

4. Plantations of exotic species are, so far, outproducing planted native species as well as the native dry forest. There is no information on the native moist forest.

5. By selecting reasonably productive sites, private investors can help solve the fuel wood problem and make competitive financial returns through plantations, without a negative impact on the nation's agricultural production.

The program has contributed directly to eventual plan/policy development. Personnel have prepared a reforestation strategy and have suggested the parameters for self-sufficiency. This plan is a strategy that suggests three efforts:

1. Many commercial plantations to provide fast-growing charcoal species, close to the markets of Santo Domingo, Santiago and other population centers, planting 29,200 ha/year for seven years.

2. Government and private plantations of sawlog species, mostly pines, for self-sufficiency in fifteen years.

3. Small campesino plantations supported by a strong extension effort for on-farm uses and local community firewood, posts and buildings.

An applied forestry research strategy has, in a short time, provided its first results to guide forest policy, investment and major land use changes. These changes are probably vital to the economic progress of the Dominican population. The data are coming in to support a methodical but vigorous forest resource development effort. A plan has been proposed. The nation now has to act and to continue to support this and more forestry research.

#### Literature Cited

1. CRIES. Land cover/use inventory for the Dominican Republic through visual interpretation of Landsat imagery. Santo Domingo: CRIES/USDA/AID/Michigan State Univ.; 1980. v.p.
2. Hartshorn, et al. The Dominican Republic, country environmental profile; a field study. McLean, Virginia: JRB Associates/AID; 1981. 118 p.

3. Holdridge, Leslie R. Life zone ecology, 2nd ed. San Jose, Costa Rica: Tropical Science Center; 1967. 206 p.
4. Knudson, D. M.; Abréu J., Beato. Efectos de abono en crecimiento de árboles en suelo de sabana, El Valle. Santiago, República Dominicana: Nota Técnica No. 15; 1985. 6 p.
5. Montero, V; Knudson, D. M.; Reynoso, F. Metodología de investigación del Programa de Desarrollo de Madera como Combustible. Santiago, República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura, Nota Técnica No. 1; 1984. 21 p.
6. Morell, Merilio; Knudson, D. M. Reforestación con fines energéticos; resumen ejecutivo. Santiago, República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura, Nota Técnica No. 11; 1985. 11 p.
7. Morell, Merilio G. Situación forestal en República Dominicana. Santo Domingo: Progressio; 1986. 77 p.
8. OEA. Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana. Washington, D. C.: Organization of American States; 1967. v. p.
9. Rosado, J.; Ramírez, C.; Ferrer, P. Análisis químico del carbón vegetal: evaluación de hornos. Santiago, República Dominicana: Instituto Superior de Agricultura, Nota Técnica No. 21; 1986.

Jesús Palma G. 2/  
Mariano Ceballos M. 2/  
Miguel Angel Marmolejo M. 2/  
Julio R. Castillo E. 2/

---

Resumen.-En el trabajo se indica como concibe la regeneracion de la selva el grupo étnico Maya del estado de Quintana Roo. De siete etapas serales conceptualizadas (X-lab sak'ab, Behu, Hubche, Kelem hubche, Kool K'aax, K'aax y Nukuch K'aax), se reportan 87 especies vegetales que son aprovechadas forestalmente bajo cinco categorias de uso ( Forrajerías, Comestible, Combustible, Construccion y Maderable). Este aprovechamiento múltiple de recursos representa un ejemplo de manejo forestal que responde satisfactoriamente a las necesidades productivas de sus habitantes. Durante el desarrollo del trabajo se discuten las bondades del sistema de roza-tumba-quema y se mencionan alternativas de uso para los acahuales. El trabajo concluye al mencionar que es necesario entender a la roza-tumba-quema como un sistema de rotacion de cultivos y aprovechamiento integrado a largo plazo, y no como un sistema sinonimo de milpa ( período en el que se obtienen productos basicos de ciclo anual).

Abstract.- In this paper the Maya folk vision about the natural regeneration in the tropical forest of Quintana Roo state is presented. Seven successional stages are recognized (X-lab sak'ab, Behu, Hubche, Kelem hubche, Kool k'aax, K'aax and Nukuch k'aax). Eighty seven plant species were recorded utilized under forestry management in five use categories ( Forege, Food, Firewood, Building and Timber). The peasant multiple management of tropical resources in an example of a productive system accord with the Mayan sustance needs from ecological, economical and cultural viewpoint. The use of the secondary vegetation in reforestation programs is also presented. The paper stresses the difference between Roza-Tumba-Quema system and shifting agriculture.

---

### Introduccion

Las zonas tropicales en el mundo han sido consideradas tradicionalmente como fuentes inagotables de materias primas. En México han ocupado un primer plano en los programas nacionales de expansión de la frontera agrícola y de extracción de productos forestales. Los fracasos obtenidos en los planes de desarrollo de La Chontalpa, Balancán-Tenosique y Uxpanapa, confirman el error de aplicar indiscriminadamente la tecnología y conceptos desarrollados en sitios con condiciones ecológicas diferentes [4,8,22]. Ante esta perspectiva de destrucción de los recursos tropicales y la subutilización de su potencial productivo, los nuevos planes para el desarrollo rural en zonas con ambientes cálido-húmedos requieren enmarcarse dentro de criterios en donde queden contempladas las formas autóctonas de aprovechamiento de los recursos

naturales [1,2,4,10,17,24]. Esta posición reconoce que el estudio de las formas tradicionales de apropiación de la naturaleza y el grado de alteración que los seres humanos producen en el paisaje, a través de sus actividades cotidianas, permite evaluar los recursos necesarios para obtener una producción sostenida y diversificada. Si se considera la magnitud del conocimiento tradicional que se tiene del ambiente, resultado de una profunda experiencia y transmitida oralmente de generación en generación; la valorización de ese acervo cognoscitivo permite plantear alternativas productivas viables que consideren dos aspectos generalmente relegados: La visión cultural del medio y su expresión concreta de satisfacer necesidades básicas por el uso múltiple que se hace de los ecosistemas. El presente trabajo se ubica en este contexto y tiene como finalidad describir, en el sistema de Roza-tumba-quema, cómo los Mayas del estado de Quintana Roo caracterizan la regeneración de la selva e indicar los productos forestales que aprovechan durante este proceso.

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ The authors are Research Associates in the Departamento de Ecología Terrestre. Centro de Investigaciones de Quintana Roo AC. Apartado Postal 886, Cancún 77500, Quintana Roo, Mexico.

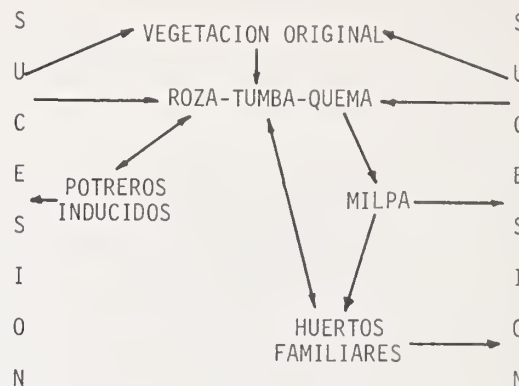


## El área de estudio

El estado de Quintana Roo se localiza en la porción oriental de la Península de Yucatán. Las coordenadas extremas que lo limitan son los 18° 00' y 21° 31' de latitud norte y los 86° 40' y 89° 30' de longitud oeste. El clima regional es cálido-subhúmedo con un incremento en las precipitaciones en la zona de colindancia con Belice y Guatemala. La precipitación media anual es de 1 200 mm. Los promedios de temperatura mínima y máxima son de 20°C y 34°C con una temperatura media anual de 27°C. Geológicamente se considera una meseta de origen marino que no presenta elevaciones importantes del terreno. La escasa pendiente y el sustrato cástico de elevada permeabilidad, limitan la existencia de corrientes superficiales a la zona costera y en la región del Río Hondo, que sirve de frontera con Belice. Los suelos son en términos generales arcillosos o arcillo-limosos, con profundidad de escasos centímetros a más de un metro. Presentan un alto contenido de materia orgánica, drenaje eficiente y tanto el porcentaje de porosidad como su coloración son variables. Las comunidades vegetales mejor representadas son: La selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, manglares, vegetación de marismas y vegetación de dunas costeras [3]. La división política del estado incluye siete municipios en tres regiones: La zona norte que comprende los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Lázaro Cárdenas; la zona centro o zona maya que comprende los municipios de Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos y Cozumel; por último la zona sur que incluye a Othón P. Blanco. Las localidades de donde se obtuvo información se ubican preferentemente en la zona centro y son: X-Hazil, Palmas, Andres Quintana Roo, X-Maben, Señor, Cobá y Kopchén. Las comunidades de Puerto Morelos, Central Vallarta y Leona Vicario se ubican en la zona norte y la comunidad de Tres Garantías en la zona sur.

## Metodología

A partir de 1984, dentro del proyecto "Manejo Tradicional de Recursos Vegetales en Comunidades Campesinas de Quintana Roo", se iniciaron recorridos de trabajo en los ejidos que circundan la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, con el objeto de estudiar y analizar cómo el grupo étnico maya de la zona de influencia de la reserva realiza la apropiación de la naturaleza. La información que se presenta fué recabada de pláticas informales, visitas a los sitios de trabajo y preguntas específicas. De las indicaciones proporcionadas por los habitantes, se elaboró un esquema en donde se expresa la concepción particular de las comunidades secundarias y los productos que se obtienen de cada etapa seral. Con el fin de apoyar los comentarios vertidos y las observaciones realizadas, se colectaron las especies que se empleaban; éstas se herborizaron y se encuentran en proceso de inclusión a la colección base del



Figural.-Esquema general del sistema de roza-tumba-quema en el estado de Quintana Roo.

CIQRO. Para algunas especies se obtuvo información etnobotánica sin contarse con el ejemplar disponible. En estos casos se recurrió a la literatura, básicamente los trabajos de Smith & Cameron [20], Sosa et al. [21] Villers [25] y Villers et al. [26]; así como la confrontación de datos existentes en las etiquetas de los ejemplares de herbario depositados en el CIQRO. La variación fonética regional fué respetada y cuando se presentaron dudas acerca de su escritura se acudió a la "Nomenclatura Etnobotánica Maya" [5], al "Diccionario Maya Cordemex" [6] y a la "Etnoflora Yucatanense" [21], con la finalidad de no crear mayor confusión y brindar una fuente confiable de consulta. Por último las categorías de uso consideradas son: Forrajera (plantas que sufren ramoneo por animales silvestres y el ganado doméstico), Comestible (plantas que al menos una de sus partes es empleada en la alimentación por los campesinos mayas), Combustible (plantas que se utilizan para producir leña), Construcción (plantas que se emplean en la edificación de diversas partes de la habitación Maya o bien en la fabricación de artesanías) y Maderables (plantas que se consideran de aserrío).

## Resultados y Discusión

En el caso de los Mayas de Quintana Roo, a la eliminación de la vegetación original por la Roza-Tumba-Quema sigue el establecimiento de una milpa durante dos o tres años. Pasado este tiempo el campesino puede optar por dejar en descanso el terreno y éste es rápidamente ocupado por una densa vegetación secundaria. El proceso es similar al reportado por Gutiérrez-González [11], Hernández X. [12] y Pérez [16] para diversas zonas de la península de Yucatán, y es una de las características básicas del sistema de Roza-Tumba-Quema a nivel mundial [14,18]. Si existe disponibilidad de tiempo y el predio se encuentra en las cercanías de la casa, es posible que a partir del primer año comience a introducir

especies hortícolas y frutales para lograr el establecimiento de un huerto familiar. Una tercera opción que paulatinamente comienza a tener auge, es el establecer potreros con el empleo de Panicum maximum para la cría de ganado vacuno; o bien de una vegetación secundaria que es continuamente chapeada (corte de la vegetación con machete) para que sirva de alimento al ganado ovino. En ambos casos, ya sea el establecimiento de un huerto familiar o de potreros, el trabajo de mantenimiento resulta insuficiente al paso del tiempo y una parte del terreno comienza a regenerar la vegetación original (figura 1). Este proceso de sucesión es entendido y conceptualizado por el campesino maya a partir de los cambios en la composición florística, la complejidad estructural y los recursos vegetales y animales que puede obtener de las diversas etapas sucesionales. Esta descripción de la naturaleza por parte de los habitantes Mayas del estado, concuerda con la reportada por otros autores para éste u otros grupos étnicos [7,9,13, 19,23]. y su estructuración constituye un reflejo de la lógica de aprovechamiento de sus recursos naturales.

De este conocimiento de la sucesión se deriva una nomenclatura para distinguir las diferentes etapas serales; así, el campesino Maya en Quintana Roo reconoce por lo menos cuatro etapas serales bajo el nombre genérico de Saka Hubché, que corresponde aproximadamente con el término "acahual", y tres etapas serales bajo el nombre de K'aax que equivale al término de "vegetación madura" (tabla 1).

De cada una de las etapas que se distinguen, el campesino obtiene una gran diversidad de productos tales como plantas medicinales, tintoreas, aromáticas, alimenticias, forrajeras, combustibles, artesanales y otras. Si a lo anterior aunamos la fauna silvestre asociada que se aprovecha cinegeticamente [15], la heterogeneidad es una estrategia que le proporciona los requerimientos básicos de habitación y alimento aún en un medio económico adverso.

Para ejemplificar y simplificar se presenta en la tabla 2, cinco categorías de uso con los diversos productos que pueden obtenerse de las etapas serales reconocidas tradicionalmente en Quintana Roo (3/).

Desde el punto de vista de su utilización, las dos primeras etapas son fuente de plantas forrajeras, para construcción así como fibras y tallos para la elaboración de artesanías y de diversos objetos de uso doméstico (cestos, perchas, canastos, etc.). Destaca por su explotación comercial una planta que se conoce localmente como "tendón de sapo", que ha dado origen a una industria artesanal en la comunidad de Kopchén en el municipio de Felipe Carrillo Puerto. Las especies forrajeras son principalmente bejucos de las familias Convolvulaceae y Leguminosae e individuos jóvenes y rebrotes de diversas especies arbóreas (Bursera simaruba, Cecropia spp., Coccoloba

Tabla 1.- Conceptualización y nomenclatura de las comunidades secundarias por los campesinos mayas de Quintana Roo (la edad significa años después que deja de cultivarse la milpa).

NOMBRE GENERICO	ETAPA SERAL	EDAD
Saka hubche	X-lab sak'ab	0-3
	Behu	3-5
	Hubche	5-10
	Kelem hubche	10-20
K'aax	Kool k'aax	20-30
	K'aax	30-40
	Nukuch k'aax	+ 40

spicata, Lonchocarpus rugosus, Metopium brownei, Sapindus saponaria y Vitex gaumerii). Las especies empleadas en la construcción son principalmente bejucos e individuos juveniles de especies arbóreas (Diospyros cuneata, Gonolobus barbatus, Lonchocarpus spp., Piscidia piscipula, Pithecellobium platylobum, Swartzia cubensis y "tendón de sapo").

En las etapas de Hubche y Kelem hubche se explotan principalmente especies arbóreas y bejucos que se utilizan en la construcción de habitaciones tradicionales (palapas, ka'anche y kolokche). Las especies de aprovechamiento mas frecuente son: Adenocalima fissum, Alseis yucatanensis, Arrabidaea spp., Bahuinia divaricata, Croton niveus, Diphyssa carthagenensis, Lonchocarpus spp., Platymiscum yucatanum y Swartzia cubensis. Las especies forrajeras son principalmente etapas juveniles de diferentes árboles. En estas etapas serales la vegetación ha alcanzado un desarrollo que le permite al campesino reutilizar estas áreas con fines agrícolas a través de la Roza-Tumba-Quema. En este proceso obtiene leña como el subproducto mas importante. Las especies combustibles de mayor uso son: Piscidia piscipula, Caesalpinia gaumerii, Lysiloma latisiliquum y Coccoloba spp. La etapa de Kool k'aax se caracteriza por el uso de árboles y bejucos para construir viviendas. Las especies comunmente utilizadas son: Adenocalima fissum, Alseis yucatanensis, Arrabidaea spp., Diphyssa carthagenensis, Gliricidia sepium, Malmea depresa, Sabal yapa y Swartzia cubensis. Por la madurez que han alcanzado la mayoría de las especies, se inicia el aprovechamiento de diversos frutos (Byrsonima spp., Chrysophyllum mexicanum, Spondias mombin, Swartzia cubensis y Talisia olivaeformis).

Cuando el monte tiene una edad aproximada de 40 años, recibe el nombre de K'aax; y en él se encuentran individuos adultos y juveniles de la mayoría de las especies arbóreas. En esta etapa los árboles del dosel superior comunmente empleados en la construcción han alcanzado una talla y una conformación que los hace inapropiados para tal fin; sin embargo algunos de ellos se aprovechan para la elaboración de durmientes (Alseis yucatanensis, Caesalpinia violacea, Metopium brownei, Piscidia piscipula y Swartzia cubensis). La recolección de frutos se

3/ En el apendice anexo se enlistan las especies registradas por etapa seral y usos.



Tabla 2.- Relación del número de especies e importancia relativa en las diferentes etapas serales de acuerdo a la categoría de uso: (F)orraje, (C)omestible, (Co)mbustible, (Cn)construcción y (M)aderable.

ETAPA SERAL	No. ESP.	F	C	Co	Cn	M	TOTAL
X-lab sak'ab	49	48/86%	7/13%		1/1%		56
Behu	26	20/74%			7/26%		27
Hubche	19	8/42%			11/58%		19
Kelem hubche	28	4/13%		6/19%	22/68%		32
Kool K'aax	35	2/5%	6/15%	7/17%	26/63%		41
K'aax	39	2/4%	11/20%	8/15%	28/50%	6/11%	55
Nukuch k'aax	45	2/3%	11/18%	8/13%	28/46%	12/20%	61

realiza como una actividad secundaria y las especies aprovechadas son: Brosimum alicastrum, Manilkara achras, Psidium sartorianum y Sideroxylon gaumerii.

La regeneración de la selva inicia su fase final aproximadamente a los 45 años, cuando ésta ya no presenta cambios estructurales y fisonómicos importantes. A esta etapa seral se le denomina Nukuch k'aax y las especies sujetas a un aprovechamiento forestal concesionado por la Subsecretaría Forestal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos son: Swietenia macrophylla, Cedrela odorata, Metopium brownei, Lysiloma latisiliquum, Pseudobombax ellipticum y Bursera simaruba. El chicozapote (Manilkara achras), es explotado comercialmente para extraer la resina y en algunos casos se utilizan individuos jóvenes en la construcción de viviendas, particularmente en la zona norte. Especies como Alseis yucatanensis, Amiris sylvatica, Gliricidia sepium, Malmea depresa y Swartzia cubensis, se emplean para elaborar mangos de diversas herramientas y otros objetos domésticos. En las etapas de bosque maduro puede reiniciarse el ciclo de Roza-Tumba-Quema, obteniéndose de ese modo subproductos tales como leña y materiales para construcción entre otros.

### Conclusiones

Visto en su conjunto el sistema de Roza-Tumba-Quema no se circunscribe a la producción de maíz, frijol y calabaza; sino que abarca un lapso de al menos 20 años durante los cuales se aprovechan temporal y espacialmente diversos productos que satisfacen sus necesidades básicas y permiten generar excedentes para su comercialización. Esta visión entra en franca contradicción con el concepto ampliamente generalizado de entender a la agricultura de Roza-Tumba-Quema como un fenómeno nocivo, causante de deforestación, degradación del suelo y destrucción del hábitat en Quintana Roo. Adicionalmente se considera un sistema poco eficiente ya que los rendimientos de maíz y frijol son bajos, y se pierden durante la quema elevados volúmenes de madera. Desde una perspectiva económica, el sistema de Roza-Tumba-Quema en Quintana Roo no se opone al aprovechamiento forestal de maderas preciosas

(caoba, cedro y otras) autorizado por la Subsecretaría Forestal, ya que la agricultura se realiza en sitios que no albergan masas importantes de las especies explotadas comercialmente. Ecológicamente origina un mosaico de condiciones ambientales en donde se permite que un mayor número de especies animales y vegetales prosperen, originando una mayor diversidad biológica. Un aspecto que merece ser considerado es la posible utilización de las etapas serales en los programas de reforestación y enriquecimiento de las masas forestales, sobre todo con especies que no se regeneran bajo condiciones de apertura o cierre total del dosel (especies asociadas a claros en selva). Socialmente el sistema de Roza-Tumba-Quema es una expresión concreta de la cultura maya y resulta indispensable entenderla como una concepción particular de la naturaleza y sus recursos. Por esta razón toda planeación forestal y de desarrollo rural debe considerarlo para obtener un diagnóstico objetivo de las acciones a emprender. Por lo anterior consideramos que es necesario abandonar el enfoque reduccionista que entiende al sistema de Roza-Tumba-Quema como el período en que se cultiva milpa, y considerarlo como un sistema de rotación de cultivos y aprovechamiento a largo plazo. Creemos que es necesario realizar estudios tendientes a comprender la lógica de manejo tradicional de los recursos, para conciliar intereses y diseñar modelos que permitan un aprovechamiento integrado de los recursos naturales.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer el apoyo brindado por el Lic. Alejandro Zapata García, la familia Tuz Novelo y la Biól. Martha Niño (Instituto SEDUE) durante el desarrollo del presente trabajo. Al Instituto SEDUE por el apoyo económico a través del Proyecto No. 85-C00-115. A.3.3-UH IADE-C-58. "Investigación y Desarrollo Experimental en Sian Ka'an".



- 1.-Alcorn, J.B. El Te'lom huasteco: presente, pasado y futuro de un sistema de silvicultura indígena. *Biotica*.8:315-331; 1983.
- 2.-Alcorn, J.B. Development policy, forest and peasant farms; reflections on Huastec managed forest contributions to commercial production and resource conservation. *Economic Botany*. 38:389-417; 1984.
- 3.-Anónimo. Monografía del estado de Quintana Roo. Secretaría de Desarrollo Económico y Oficialía Mayor del Gobierno del Estado de Quintana Roo; 1985.
- 4.-Barkin, D. Desarrollo Regional y reorganización campesina. Editorial Nueva Imagen. México; 1978.
- 5.-Barrera, A.; Barrera, A.; López F. R.M. Nomenclatura Etnobotánica Maya. INAH. Col. Científica Etnología. No. 36; 1976.
- 6.-Barrera, A.; Bastarrachea, R.; Brito, W.; Vermont, R.; Dzul, D.; Dzul, D. Diccionario Maya Cordemex. Maya-Español Español-Maya. Ediciones Cordemex, Mérida, Yucatán; 1980.
- 7.-Castillo, G; Beer, J. Utilización del bosque y de sistemas agroforestales en la región de Gardi, Kuna Yala (San Blas), Panamá. CATIE, Turrialba, Costa Rica; 1983.
- 8.-Ewell, P.; Poleman, T. Uxpanapa: Reacomodo y Desarrollo Agrícola en el Trópico Mexicano. INIREB, Xalapa, Veracruz; 1980.
- 9.-Flores, J.S.; Ucan Ek, E. Nombres usados por los mayas para designar a la vegetación. Cuaderno de Divulgación No. 10. INIREB, Xalapa, Veracruz; 1983.
- 10.- Gliessman, S.R.; García, R.; Amador, M. The ecological basis for the applications of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems. *Agro-Ecosystems*. 7: 173-185; 1981.
- 11.- Gutiérrez-González, E. Aspectos etnobotánicos de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. In: Anónimo. Sian Ka'an. Estudios Preliminares de una zona Propuesta como Reserva de la Biosfera. CIQRO-SEDUE; 1983: 145-179.
- 12.-Hernández X., E. Agricultura. In: Beltrán, E. ed. Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR, México; 1958: 3-57.
- 13.-Martínez-Alfaro, M. Ecología Humana del ejido Benito Juárez o Sebastopol, Tuxtepec Oaxaca. Boletín Especial del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales No. 7. México; 1970.
- 14.-Nigh, R.D.; Nations, J.D. La agrosilvicultura tropical de los Lacandones de Chiapas. In: Anónimo. Configuraciones de la Diversidad. CADAL y CEESTEM. México; 1983:341-371.
- 15.-Palma, J. Análisis del aprovechamiento de la fauna silvestre en ambientes naturales y transformados en un asentamiento maya de Quintana Roo, México. In: Anónimo. Memorias del III Simposio sobre Fauna Silvestre 1985. Coordinación de Cursos de Actualización, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación de Zoológicos y Acuarios de la República Mexicana; 1985: 41-54.
- 16.-Pérez, A. La Milpa. Publicaciones del Gobierno de Yucatán; 1942.
- 17.-Poder Ejecutivo Federal. Programa Nacional Desarrollo Tecnológico y Científico. Presidencia de la República, México; 1984: 84-88.
- 18.-Ramakrishna, P.S. The science behind rotational bush fallow agriculture system (Jhum). *Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.)* 93: 379-400; 1984.
- 19.-Romero, C. Etnobotánica de los huertos familiares en los ejidos Habanero 2a. sección de H. Cárdenas y Mantilla de Cunducán, Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias, CSAT Cárdenas, Tabasco.; 1984.
- 20.-Smith, C.E. Jr.; Cameron, M.L. Ethnobotany in the Puuc, Yucatan. *Economic Botany*. 31: 93-110; 1977.
- 21.-Sosa, V.; Flores, J.S.; Rico-Gray, V.; Lira, R.; Ortiza, J.J. Etnoflora Yucatanense. Lista Florística y Sinonimia Maya. Fascículo 1. INIREB, Xalapa, Veracruz; 1985.
- 22.-Toledo, V. Uxpanapa: Capitalismo y ecocidio en el trópico. *Nexos*.(11): 15-18; 1978.
- 23.-Toledo, V.; Caballero, J.; Argueta, A.; Rojas, P.; Aguirre, E.; Viccon, J.; Martínez, S.; Díaz, M.E. Estudio Botánico y Ecológico de la Región del río Uxpanapa, Veracruz No. 7. El uso múltiple de la selva basado en el conocimiento tradicional. *Biotica*. 3: 85-105; 1978.
- 24.-Toledo, V. La Cuestión Ecológica: La Nación entre el capitalismo y la naturaleza. In: Toledo, V.; Carabias, J. eds. *Ecología y Recursos Naturales*. Ediciones del Partido Socialista Unificado de México; 1983.
- 25.-Villers, M.L.; Uso de las maderas y otros materiales en la construcción de la habitación rural tradicional en la zona de Cobá, Quintana Roo. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México; 1978.
- 26.-Villers, M.L.; Lopez F., R.M.; Barrera, A. La unidad de habitación tradicional campesina y el manejo de los recursos en el área maya yucatanense. No 1. Materiales Vegetales en la habitación rural tradicional en Cobá, Quintana Roo. *Biotica*. 6: 293-323; 1981.

Apendice.- Relación de especies presentes en las distintas etapas serales X-lab sak'ab (LS), Behu (BE), Hubche (HU), Kelem hubche (KH), Kool k'aax (KK), K'aax (KA) y Nukuch k'aax (NK), de acuerdo a las categorías de uso (F)orraje, (C)omestible, (Co)mbustible, (Cn)construcción y (M)aderable.

NOMBRE CIENTIFICO	Etapa seral							Usos				
	LS	BE	HU	KH	KK	KA	NK	F	C	Co	Cn	M
Acanthaceae	*							X				
Adenocalima fissum				*	*	*	*				X	
Alseis yucatanensis				*	*	*	*				X	X
Amyris sylvatica					*	*	*			X	X	
Arrabidea floribunda				*	*	*	*				X	
A. pubescens				*	*	*	*				X	
Bahuinia divaricata				*	*	*	*				X	
Bidens sp.	*							X				
Brosimum alicastrum	*	*	*	*	*	*	*	X	X			
Bursera simaruba	*	*	*	*			*	X				X
Byrsonima bucidifolia					*	*	*		X			
B. crassifolia					*	*	*		X			
Caesalpinia gaumeri					*	*	*			X	X	
C. violacea						*	*				X	X
Carica papaya	*							X	X			
Cecropia obtusifolia	*							X				
C. peltata	*							X				
Cedrela odorata							*					X
Centrosema plumieri	*							X				
Chrysophyllum mexicanum					*	*			X			
Cnidocolus souzae	*							X				
Coccoloba spicata	*			*	*	*	*	X		X		
Coccothrinax readii						*	*				X	
Cordia dodecandra							*					X
Croton niveus		*	*	*	*						X	
Cydista aequinoctialis		*	*	*	*	*	*				X	
Dalbergia glabra	*							X				
Dendropanax arboreus							*					X
Desmodium incanum	*							X				
Diospyros cuneata	*							X				
Diphysa carthagenensis		*	*	*	*	*	*			X	X	
Drypetes lateriflora					*	*	*				X	
Enterolobium ciclocarpum						*	*					X
Eugenia mayana				*	*	*	*				X	
Gliricidia sepium				*	*	*	*				X	
Gonolobus barbatus	*							X				
Guazuma ulmifolia	*	*	*	*				X				
Guetarda elliptica			*	*	*	*	*				X	
Gymnanthes lucida					*	*	*				X	
Gymnopodium floribundum					*	*	*				X	
Hamelia patens	*							X				
Hampea trilobata		*	*	*	*						X	
Helicteres baruensis				*	*						X	
Ipomoea l	*							X				
I. batatas	*							X	X			
I. crinicalix	*							X				
Leucaena leucocephala	*	*	*					X				
Lonchocarpus rugosus	*	*	*	*	*	*	*	X			X	
L. xuul	*	*	*	*	*	*	*	X			X	
Lysiloma latisiliquum	*				*	*	*	X		X		X
Malmea depresa					*	*	*				X	
Malvaviscus arboreus	*							X				
Manihot esculenta	*							X	X			
Manilkara achras						*	*		X		X	
Melochia pyramidata	*	*						X				
Merremia aegyptia	*	*						X				

NOMBRE CIENTIFICO	LS	BE	HU	KH	KK	KA	NK	F	C	Co	Cn	M
Metopium brownei	*					*	*	X				X
Pachyrrizus erosus	*							X	X			
Passiflora l	*							X				
P. coriacea	*	*						X	X			
Phaseolus sp.	*							X	X			
Piscidia piscipula	*	*	*	*	*	*	*	X		X	X	
Pithecellobium platylobum	*	*	*					X				
Platymiscum yucatanum				*	*	*	*			X	X	
Porophyllum sp	*							X				
Pouteria campechiana	*							X				
Pseudobombax ellipticum							*					X
Psidium sartorianum		*	*	*	*	*	*			X	X	
Psychotria nervosa	*	*	*	*				X				
Sabal yapa					*	*	*				X	
Sapindus saponaria	*	*						X				
Sideroxylon gaumerii							*		X			
Smilax sp				*							X	
Spondias mombin	*	*			*	*	*	X	X			
Stizolobium prurens	*	*						X				
Swartzia cubensis	*	*		*	*	*	*	X	X	X	X	X
Swietenia macrophylla							*					X
Talisia olivaeformis					*	*	*		X			
"Tendon de sapo"	*	*	*	*	*	*	*				X	
Thrinax radiata						*	*		X		X	
Trema micrantha	*	*	*					X				
Trophis racemosa	*	*	*	*	*	*	*	X	X			
Vigna unguiculata	*							X	X			
Viguiera dentata	*							X				
Vitex gaumerii	*	*	*					X				
V. mollis	*							X				
Zea mays	*							X				

NUMERO TOTAL DE ESPECIES 87



REGIONAL FISH AND WILDLIFE HABITAT MODELS:  
APPLICATION FOR NATIONAL MULTIPLE RESOURCE PLANNING 1/

Thomas W. Hoekstra, Curtis H. Flather, and Patricia A. Flebbe 2/

---

Abstract -- Abundance and occurrence of several fish and wildlife species in the southern United States have been statistically related to land use and forest cover patterns. These models evaluate fish and wildlife impacts from predicted changes in land use and forest management. Recommendations are made for design of inventories to assess multiple resources.

Abstracto -- Se han relacionado estadísticamente la abundancia y la ocurrencia de varias especies de peces y de fauna silvestre del Sur de los Estados Unidos de América con patrones del uso del suelo y de la cubierta forestal. Estos modelos estadísticos evalúan el impacto de cambios anticipados en el uso del suelo y el manejo de los bosques. Se hacen recomendaciones para el diseño de inventarios para la evaluación de recursos múltiples.

---

### Introduction

A fundamental requirement of multiple resource planning is to describe and evaluate impacts of land management on all resources, including fish and wildlife. In the past, analyses of fish and wildlife impacts from proposed land management activities have been addressed through qualitative professional judgement. Quantitative methods need to be developed that will permit planning specialists to develop prescriptive management programs based on predicted changes in fish and wildlife habitat. There have been recent efforts to develop objective models that relate fish and wildlife species to habitat characteristics, however the focus has been on evaluating resource development impacts at the site level (9). Geographic aggregation of site-specific models to produce larger scale summaries is currently impractical for national assessments. Also, there is a need to recognize that informed resource planning decisions can not be made exclusively at the site level (15). More emphasis should be placed on analyses that explicitly address large geographic areas (16,7).

In the United States, multiple resource evaluation over large geographic areas is mandated by the Renewable Resources Planning Act of 1974 (PL 93-378). This Act requires the U.S. Department

of Agriculture, Forest Service to conduct a national assessment of all renewable natural resources. This research, to develop a modeling approach for regional analysis of fish and wildlife resources, is part of study designed to assess the status and trends of natural resources in the southern United States. Projections of acreages in various land uses (cropland, range and pasture, and human land uses) and major forest cover types and age classes are made by an economic land area model and a timber projection model (1,20,21). Coupling these models requires consistency between fish and wildlife habitat model variables and land base projection model outputs.

For this study, the linkage is achieved by ensuring that all models operated from a commonly defined land base. The specific objective of the study, namely, to assess the effect of a changing land base on fish and wildlife resources, requires a new analysis approach to link fish and wildlife resources to the common land base (13; see fig. 1 in ref. 10). Since there are no known mechanistic relationships between land use and fish and wildlife abundance at the regional scale, a statistical approach was selected to establish empirical relationships that estimate fish and wildlife distribution and abundance from changes in land use and forest cover types. Multivariate statistical techniques are suitable for habitat analyses (19) and, properly designed, can produce resource predictions.

### Methods

#### Land Area Data

The study area extended over a 12 state region in the southern U.S. from eastern Texas and

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Thomas W. Hoekstra is Assistant Director for Research, USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, Minn. Curtis H. Flather and Patricia A. Flebbe are Research Wildlife Biologist and Research Fisheries Biologist, respectively, USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colo.

Oklahoma to Virginia (fig. 1). Estimates of land area for land use and forest cover types were produced at the county level. Forest Service (FS) regional inventories were used to obtain area estimates for forest cover types and age classes, by ownership (i.e. federal, forest industry, and other private). Soil Conservation Service (SCS) national inventories were used to obtain estimates of all other land types (e.g., crop, pasture, range, and urban land). Combining FS and SCS inventories to characterize total county land area resulted in discrepancies, when compared to Bureau of Census estimates of county area, since the two inventories were not mutually exclusive. Iterative proportional fitting (4) was used to adjust FS and SCS inventory data to more closely approximate the total county land area reported by the Bureau of Census. All land area variables used in the development of the fish and wildlife models (table 1) describe the areal proportion of each land use and land cover type within each county.

Changes in the land base affect the fish resource both directly and indirectly, through changes in quantity of surface water runoff (see fig. 1 in ref. 10). To incorporate runoff estimates, the fish resource model was organized into the watersheds of U.S. Geological Survey (USGS) gaging stations. Watershed land use and land cover data were derived from the county land use data by allocating county land base descriptions to watersheds in proportion to the area of each county in the watersheds. Annual average instantaneous flows (cubic feet per second) recorded by the USGS gages over the

period 1973-1983 were converted to average annual runoff (ft/yr). The runoff measure was necessary to standardize flow for watershed drainage area and to produce a measure that could be assumed applicable to the watershed as a whole.

Table 1 -- Definition of runoff (ft/yr) and land use and land cover variables (proportion of total land) used to develop regional fish and wildlife models. RUNOFF must be transformed by natural log and land use and land cover variables must be transformed by arcsine-square root to meet the normality assumption of discriminant function analysis.

Variable Acronym	Variable Definition
RUNOFF	average over 1973-1983 of mean annual runoff
TOTCRP	total cropland, including row crops, close grown crops, horticultural crops, unplanted cropland, and other crop land
TOTPAST	total pasture land and range land, including pasture, range, and rotation hay and pasture
HUMAN	total land associated with human development, including urban land, roads, railroads, stripmines, and farm structures
NP <sup>a/</sup>	total estimates of natural pine
PP	total estimates of planted pine
OP <sup>a/</sup>	total estimates of oak-pine
UH <sup>a/</sup>	total estimates of upland hardwood
LH <sup>a/</sup>	total estimates of lowland hardwood
AGE1	age class 1 across all forest types (except PP)
AGE2	age class 2 across all forest types (except PP)
AGE3	age class 3 across all forest types (except PP)
HWAGE1	age class 1 across hardwood types
HWAGE2	age class 2 across hardwood types
HWAGE3	age class 3 across hardwood types
PNAGE1	age class 1 across pine types (except PP)
PNAGE2	age class 2 across pine types (except PP)
PNAGE3	age class 3 across pine types (except PP)

<sup>a/</sup> also estimates by age class: age class 1 (0 - 20 years), age class 2 (21 - 50 years), and age class 3 (50 + years).



Figure 1 -- Southern region of the United States where regional fish and wildlife models were developed.



## Fish and Wildlife Data

The southern region of the United States has a diverse climate, physiography, and vegetation.

To account for variability across this extensive geographic area, the region was stratified into relatively homogeneous units defined by climate, physiography, vegetation, or ranges of fish and wildlife species.

Fish populations were stratified into cold-water and warm-water fisheries. For this study, state surveys of cold-water streams in North Carolina and Virginia were selected. Three species of trout were present in these waters: Brook trout (*Salvelinus fontinalis*), Brown trout (*Salmo trutta*), and Rainbow trout (*Salmo gairdneri*); however, in the analysis the species were aggregated. Trout abundances in stream samples where trout occurred were converted to a mean density of trout per acre of trout stream surface for each watershed. These data were used to assign watersheds to one of three density classes (low, medium, or high).

The two most important game species in the south are white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) and wild turkey (*Meleagris gallopavo*) (23). For deer and turkey, 772 counties, stratified across 6 physiographic regions, were used to build the models. The stratification was based on SCS Major Land Resource Areas (24), and corresponded to the major physiographic regions across the South. Abundance data for these two species was obtained from the Southeastern Cooperative Wildlife Disease Study, University of Georgia. Maps depicting the distribution of abundance classes for deer in 1982 and turkey in 1980 were used to assign each county into one of three density classes (low, medium, or high).

The red-cockaded woodpecker (*Picoides borealis*) was chosen because of its sensitivity to timber management practices and its status as a threatened and endangered species (14). A search of the literature provided information on the distribution of active nesting sites across the South (2,3,11,12,25). State fish and wildlife agencies, Forest Service biologists, and state Natural Heritage Programs were also contacted to identify counties with active nesting sites. The red-cockaded woodpecker analysis was restricted to the coastal plain regions of the South -- the primary range of the species. Each county was assigned to an occurrence category (presence or absence of active nesting sites).

## Model Development and Application

Discriminant function analysis was used to establish the statistical relationships between land base descriptors and density classes or occurrence of wildlife and fish species. Discriminant analysis generates classification functions that can be used to predict group membership based on a set of numeric variables. Counties (wildlife) and watersheds (fish) served as the sampling unit and, therefore, the set of

objects to be classified. Model adequacy was evaluated based on classification accuracy, expressed as a percentage of the counties or watersheds correctly classified. All statistical analyses, including tests of statistical assumptions, used the Statistical Analysis System (17,18).

In this analysis, since sample sizes were small, a subset of independent variables was selected to produce the best discrimination among classes. First, the suite of possible variables (from table 1) was grouped to minimize correlations among variables. Candidate models were then constructed by a sequential elimination of variables from each group of variables. Finally, the model with the minimum number of variables and with the maximum classification accuracy was selected (8). All models correctly reclassified 73-87 % of the sampling units with 4-8 variables.

Evaluating possible impacts on fish and wildlife resources resulting from land management activities was accomplished by explicitly linking land area (1) and timber inventory (20,21) projection models to the habitat-based fish and wildlife models developed here. The land area and timber projection models described the future land base, provided that current expectations about future timber supply and demand and land use needs are realized during 1985-2030. Projected land use and timberland areas, converted to county and watershed sampling units, were applied to the discriminant function analysis models to project fish and wildlife through 2030.

Regional trout, deer, and turkey responses to predicted land base changes were estimated by calculating a weighted average density. These average densities were estimated as follows: Classification produces a posterior probability of membership in each of the three classes for each county or watershed; these probabilities, when averaged over all counties or watersheds, become regional probabilities for each class. Expected densities were assigned to the low, medium, and high density classes (5,6). Average regional probabilities were multiplied by these expected densities and summed to obtain a single estimate of density for each fish or wildlife species. Estimates of red-cockaded woodpecker response are the number of counties in the region that contain active nesting colonies.

## Results and Discussion

South-wide trends in land use and forest management predicted increased urbanization and more intensive forest management. Forest land as a whole and pasture land area declined over the projection period. Cropland area increased slightly (16.7% to 17.4%), while human related land uses had relatively significant gains in area (7.3% to 11.1%). The most notable forest type changes were conversion of natural forest types to pine plantations. Area in pine plantations increased from 6.6% of the land base to 13.5%. Natural pine accounted for the majority



of the converted acres (12.6% to 6.6%), however, oak-pine and upland hardwood types were also harvested and planted to pine. Significant gains in older and younger hardwood age classes and losses of older age pine were the major changes in forest stand structure.

Land base trends within the cold water fishery area (mountain areas of Virginia, North Carolina, South Carolina, and Georgia) differed slightly from these South-wide trends. Cropland area remained nearly constant (4.8%), and human land use area increased less (7.5% to 9.8%). Conversion to pine plantations was minimal, and acres in older age classes of upland hardwood declined significantly throughout the projection period.

Because white-tailed deer are habitat generalists, their density responses were a function of the composite land base changes. The deer models predicted an average density decline of 18% (17.3 to 14.1 deer/sq. mile) from 1985 to 2030 (fig. 2). The decline was attributed to an overall loss of forested habitat acres, specifically upland hardwoods and the conversion of natural pine and oak-pine stands to planted pine. Increased acreages in human related uses also contributed to the overall decline in deer numbers. Human related land use not only directly reduces available habitat but is associated with increased mortality from hunting pressure and human disturbance.

Wild turkey have more specific habitat requirements than deer and are closely tied to the hardwood component of the forest land base. Increased human related land use acres and the general loss of upland hardwood and oak-pine types contributed to the early decline (fig. 2). However, after 2000, average turkey density leveled off and recovered due to increased acres in older hardwood stands. The predicted decline in turkey densities over the planning period is 7% (5.9 to 5.5 turkey/sq. mile).

The red-cockaded woodpecker is the most specialized species evaluated. This species' dependence on mature pine stands results in a close tie between counties supporting active nesting sites and acres in the oldest pine age class. The rapid decline in the number of counties supporting active nesting sites through the year 2000 (fig. 2) is due almost entirely to losses of counties that are primarily in forest industry or other private ownerships. These private owners cut older natural pine and convert those acres to pine plantations. The level number of counties that support active nesting sites after 2000 represents those counties that have a high proportion of federally owned land. Federal owners manage timber less intensively and retain more area in older pine stands.

Trout density (fig. 2) declined 27% (173 to 126 trout/acre), largely in response to decreased old hardwood area and increased human land use over the projection period. Trout density is positively associated with old hardwoods and negatively associated with human land uses.

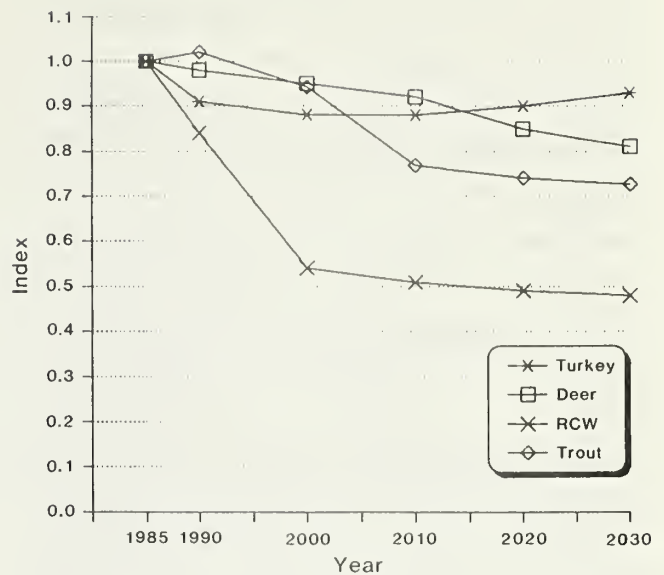


Figure 2 -- Responses of fish and wildlife to a likely future land base. Projected densities of deer, turkey, and trout are indexed to the 1985 density levels. Number of counties with red-cockaded woodpecker (RCW) nesting sites are likewise indexed to number of counties in 1985.

Implicit in these relationships are factors such as water temperature, instream cover, and shading that are positive for trout in areas with old hardwoods and are negative for trout in areas with large amounts of human land uses. When old hardwood acreages are cut, shading declines and water temperature increases. At the same time, human land use is increasing at the expense of high quality trout habitat.

### Conclusions and Recommendations

The purpose of the analysis was to project changes of fish and wildlife in response to projected area changes of land uses and forest types. For both fish and wildlife, functional relationships to land use and timber management have not been experimentally determined. Therefore, species-habitat relationships were determined statistically. In our case, where we had only class estimates of trout, deer, and turkey abundance and species occurrence for red-cockaded woodpeckers, quadratic discriminant functions were successful in establishing meaningful empirical relationships between land use and land cover patterns and the fish and wildlife species.

For this study, we relied on what data were available, and forced those data to link fish and wildlife resource analyses to inventory estimates of land use and land cover. An ideal analysis would have included interactions among these resources (e.g., wildlife and fish impacts on timber management). However, because we used

extant inventories that were not designed to meet our specific objective, data to characterize interactions among resources were not available. Consequently, the interpretation of our results is restricted to statements about impacts of land use and timber management changes on fish and wildlife. Our experience in linking several inventories leads us to make several recommendations for those who would design future large scale multiple resource inventories.

In designing inventories, several preliminary steps are critical to avoiding subsequent constraints in analysis, linkage among resources, or interpretation. The first concern should be a clear statement and understanding of the important problems or questions that the inventory is to address. Following specification of the problem statement, the analysis approach can be selected. These two steps focus the inventory and form the basis for selecting appropriate variables and the proper geographic scale for measurements. Bypassing these steps can result in misspecification of data to be collected and misspent field effort measuring inappropriate site descriptors.

In addition to these general recommendations, we have also identified several characteristics of good inventory data bases that are often overlooked: (a) have a consistent description of the land base in terms of land use and land cover types; (b) maintain detailed sample location information to ensure flexibility in the geographic scale of subsequent analyses (e.g., maps, stream name, drainage name, and elevation are useful for assigning stream fish samples to watersheds); (c) be specific about criteria used for site selection and sampling design (i.e., sample randomly or uniformly throughout the region of interest); (d) be consistent with the sampling method and quantities measured both over time and throughout the region studied; and (e) maintain uniformity of terminology to facilitate data management.

A special consideration for wildlife and fish resource analyses is that wildlife and fish are mobile resources in the sense that individuals are not restricted to a particular point in space over time. Although sampling programs inventory fish and wildlife at a particular point, the habitat description at that point is not adequate to describe the habitat of the species. In models, mobility is treated either with explicit dispersal functions or by modeling a larger geographic area, in which mobility is not a significant process. To relate mobile resources to stationary habitat resources such as timber and land use, the second approach is necessary, and an appropriate scale must be selected for observational (sampling) units. We have selected geographic units (counties and watersheds) that were convenient or logical for the wildlife and fish resources, and related land use and forest vegetation to occurrence or density estimates for those geographic units. By considering wildlife- and fish-habitat relationships for larger geographic units, some of the mobility of these organisms can be

incorporated (*sensu* ref. 22) rather than modeled directly.

The objective of these analyses was to provide results from which planners and policy makers could assess the possible impacts resulting from changes in land use and timber management activities. The analysis discussed here represents a first generation effort. Future research can incorporate a more detailed representation of the complex relationships between fish and wildlife and land use and land cover patterns because we now have a basis from which to specify future resource inventory design.

#### Literature Cited

1. Alig, R.J. Forest acreage trends in the southeast: econometric analysis and policy simulations. Ph.D. thesis. Corvallis, OR: Oregon State University; 1984. 155 p.
2. Baker, W.W. The distribution, status and future of the red-cockaded woodpecker in Georgia. Tech. Bull. WL-5. In: Odum, R.R.; Guthrie, J.R., eds. Proceedings of Nongame and Endangered Wildlife Symposium; 1981 August 13-14; Athens, GA: Georgia Department of Natural Resources, Game and Fish Division; 1982: 82-87.
3. Carter, J.H.; Stamps, R.T.; Doerr, P.D. Red-cockaded woodpecker distribution in North Carolina. In: Wood, D.A., ed. Proceedings of Red-cockaded Woodpecker Symposium II; 1983 January 27-29, Panama City, FL: State of Florida Game and Fresh Water Fish Commission; 1983. 112 p.
4. Deming, W.E.; Stephan, F.F. On a least squares adjustment of a sampled frequency table when the expected marginal totals are known. *Annals of Mathematical Statistics*. 11:427-444; 1940.
5. Flather, C.H. Wildlife abundance and occurrence models: application in regional resource planning. In: Proceedings of the Perspectives on Land Modelling Workshop; 1986 November 17-20; Toronto, Canada: Canada Committee on Ecological Land Classification; in press.
6. Flebbe, P.A. Regional cold-water fish abundance projections. In: Proceedings of the Perspectives on Land Modelling Workshop; 1986 November 17-20; Toronto, Canada: Canada Committee on Ecological Land Classification; in press.
7. Gall, B.C.; Christian, K.R. A program for a wildlife inventory. *Journal of Environmental Management*. 19:277-289; 1984.
8. Habbema, J.D.F.; Hermans, J. Selection of variables in discriminant analysis by F-statistic and error rate. *Technometrics*. 19:487-493; 1977.



9. Hawkes, C. L.; Chalk, D.E.; Hoekstra, T.W.; Flather, C.H. Prediction of wildlife and fish resources for national assessments and appraisals. Gen. Tech. Rep. RM-100. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station; 1983. 21 p.
10. Hoekstra, T.W.; Joyce, L.A.; Hamilton, T. Estimation of regional multiresource interactions. In: Proceedings of the International Conference and Workshop: Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics; 1987, January 25-31; Chetumal, Mexico: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; in press.
11. Jackson, J.A. Analysis of the distribution and population status of the red-cockaded woodpecker. In: Odum, R.R.; Landers, L., eds. Proceedings of Rare and Endangered Wildlife Symposium; 1978 August 3-4; Athens, GA: Tech. Bull. WL-4. Georgia Department of Natural Resource, Game and Fish Division.
12. James, D.A.; Hart, D.L.; Burnside, F.L. Study of the red-cockaded woodpecker in Arkansas. Arkansas Game and Fish Commission, Project E-1-5; 1981. 59 p.
13. Joyce, L.A.; Hoekstra, T.W.; Alig, R.J. Regional multiresource models in a national framework. Environmental Management. 10:761-772; 1986.
14. Lennartz, M.L.; McClure, J.P. Estimating the extent of red-cockaded woodpecker habitat in the southeast. In: Frayer, W.E., ed. Proceedings of Forest Resource Inventories; 1979 July 23-26; Fort Collins, CO: Colorado State University; 1979: 48-62.
15. Risser, P.G.; Karr, J.R.; Forman, R.T.T. Forman. Landscape ecology: directions and approaches. Illinois Natural History Survey Special Publication Number 2. Champaign, IL: Illinois Natural History Survey; 1984. 18 p.
16. Sanderson, G.C.; Ables, E.D.; Sparrowe, R.D.; Grieb, J.R.; Harris, L.D.; Moen, A.N. Research needs in wildlife. Transactions North American Wildlife and Natural Resource Conference. 44:166-175; 1979.
17. SAS Institute Inc. SAS user's guide: basics. 1985 edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 1985a. 1290 p.
18. SAS Institute Inc. SAS user's guide: statistics. 1985 edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 1985b. 956 p.
19. Shugart, H.H., Jr. An overview of multivariate methods and their application to studies of wildlife habitat. In: Capen, D.E., ed. The use of multivariate statistics in studies of wildlife habitat. Gen. Tech. Rep. RM-87. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station; 1981: 4-10.
20. Tedder, P.L. Simulating management intensifications in national timber-supply projections. Journal of Forestry. 81:607-609; 1983.
21. Tedder, P.L.; Lamont, R.N.; Kincaid, J.C. The timber resource inventory model (TRIM): a projection model for timber supply and policy analysis. Gen. Tech. Rep. PNW-00. Corvallis, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station; in press.
22. Urban, D.L.; O'Neill, R.V.; Shugart, H.H., Jr. Landscape ecology. Bioscience. 37:119-127; 1987.
23. U.S. Department of Agriculture. An assessment of the forest and range land situation in the United States. Forest Resources Report No. 22. Washington, DC: Forest Service; 1981. 352 p.
24. U.S. Department of Agriculture. Land resource regions and major land resource areas of the United States. Agriculture Handbook 296. Washington, DC: Forest Service; 1981; 156 p.
25. Wood, D.A.; Wenner, A.S. Status of the red-cockaded woodpecker in Florida: 1983 update. In: Wood, D.A., (ed.). Proceedings of Red-cockaded Woodpecker Symposium II: 1983 January 27-29; Panama City, FL: State of Florida Game and Fresh Water Fish Commission; 1983. 112 p.



A.M. Filius<sup>2)</sup>  
and  
J. dos Santos Bento<sup>2)</sup>

---

Abstract--A land evaluation has been carried out, to indicate the suitability of land for afforestation in a part of the Vila Real district in north Portugal. This common land is now used for grazing. Financial, social and ecological criteria are incorporated in the land evaluation. The social criteria represent the competition between forestry and agriculture for land. The various criteria are integrated by means of a multicriteria evaluation method, in this case, the additive weighting method.

Abstracto--Se hizo una evaluación de la tierra que indica la aptitud de los terrenos para aforestación en una parte del Distrito de Vila Real en la norte de Portugal. Estos terrenos de propiedad común sirven para el pastoreo. En la evaluación se han incorporado criterios financieros, sociales y ecológicos. Los criterios sociales representan la competición por tierra entre silvicultura y agricultura. Se integran los diversos criterios mediante un método llamado "multicriteria evaluation", en lo cual se aplica la técnica de "additive weighting".

---

### Introduction

Recently, several authors (Beek, 1978; Bennema et al., 1981) have recommended taking socio-economic and environmental aspects into account in land evaluation. Such a land evaluation is sometimes called an integral land evaluation. Taking socio-economic aspects into account not only means that inputs and outputs are commensurated as much as possible in monetary terms, but also that the influences of the socio-economic environment outside the enterprise are considered (Bennema et al., 1981). In this paper a method of land evaluation in which much attention is paid to socio-economic aspects will be described. We are applying this method to the problem of afforestation of common lands in north Portugal. More information about this region and results of this application have been given by Mes and Brouwer (1984).

In the next section the socio-economic problems of the afforestation of these lands will be discussed. Then, multicriteria evaluation methods will be briefly described. These evaluation methods enable the relative attractiveness or suitability of alternatives to be assessed. The alternatives in this case are the sites that can be afforested. Next, the criteria on which this attractiveness is based, are described. Further, the criteria have to be aggregated to determine the attractiveness. As will be shown, the criteria have to be weighted, implicitly or explicitly, before aggregation.

Finally, some implications of this approach to land evaluation are indicated.

In principle, the FAO guidelines (1984) for conducting a land evaluation for forestry also recommend using a multicriteria evaluation method for incorporating socio-economic and environmental consequences. The aggregation method described in these guidelines, however, is not always clear.

### Afforestation plans in North Portugal

At present, about one-third of Portugal's area is forest-covered. Most of the remaining two-thirds is divided roughly between agricultural land and so-called waste land. During the next

---

1) Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2) Lecturers at respectively the Dept. of Forest Management, Agric. Univ. Wageningen, The Netherlands and the Instituto Universitario de Tras-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

10 years, 40,000 ha will be afforested annually (MAPA, 1986). In the Vila Real district - in the north of the country in Tras-os-Montes province - 4,000 ha will be afforested annually.

Many afforestation schemes in the world are not a success (Wiersum, 1984). They fail not only because of technical or logistical problems, but also because of socio-economic problems. One of the latter problems can be that of competition between forestry and agriculture for land. The suitability for afforestation of a tract of land depends, therefore, not only on that site's physical characteristics but also on socio-economic factors, one of which, competition for land, we are applying. This factor also plays a role in the Vila Real district.

In this district, agriculture is still the major source of income. In Tras-os-Montes province more than 70% of the employment is in agriculture (World Bank, 1982). A large part of agricultural production is directed to self-sufficiency. Average income in this district is amongst the lowest in the European Community. Emigration - especially of young men - is considerable, probably because of low income and poor economic prospects. The average age of the farm managers is therefore high. Many of the older farmers are illiterate (World Bank, 1982).

The proportion of cultivated land varies between homogeneous agricultural regions from 27.1 to 35.5% of the total area of 342,200 ha. Especially in the north-west of the district we find the lameiros: permanent irrigated pastures that are usually reserved for cattle, primarily kept for draught and meat production.

Nevertheless, cattle depend for about half of their fodder on waste land, which mainly consists of arable land in fallow and common pastures. The latter are the so-called baldios. Sheep and goats depend completely on waste land for their fodder. The area of baldios varies between homogeneous agricultural regions from 9-61% of the total area (World Bank, 1978).

In the past, about 90% of the afforestation by government was realized on the baldios (Cairnes, 1983). In the mountainous area of north Portugal, about 55% of the baldios are already under forest (World Bank, 1978). The main part of the planned afforestation will also be on the baldios.

A constraint to agricultural development is the general lack of good land. The baldios are also in a bad condition. Their vegetation is dominated by Erica spp., Cytisus spp., Cistus spp., Chamaespartium tridentatum and some grass species (Cunningham and Newbould, 1979). Although the pressure on land has been relieved somewhat by emigration, there is no doubt, according to the World Bank (1978), that in the mountain areas of Tras-os-Montes the animal populations are still far in excess of the present carrying capacity of the baldios; this is reflected by a low level of animal productivity.

The poorer part of the population is especially dependent on the baldios, and community life is founded on them (Bennema, 1978; Baptista, 1978). Afforestation of this land implies a special problem: it affects the sources of subsistence, at least in some freguesias (municipalities). Hence, sometimes there is resistance to afforestation of the communally managed baldios even though the government has tried recently to make afforestation of the baldios financially more attractive for the rural population. Therefore, the suitability for afforestation of the baldios not only depends on characteristics which are relevant for timber production, but also on the extent to which the local people need this land for grazing. All other things being equal it can be said that the weaker the competition with agriculture is, the more land will be suitable for afforestation. We are currently using a multicriteria evaluation method to determine this kind of suitability.

#### Multicriteria evaluation methods

Multicriteria evaluation (MCE) methods have been developed to contribute to decision-making. Application of these methods leads to alternative projects being ranked according to their suitability to meet the objectives of the decision-maker. In decision-making we are usually confronted with many alternatives which have to be evaluated on several criteria, each expressed in different dimensions. The many alternatives and criteria and the different dimensions make decision-making very difficult.

In land evaluation we are also concerned with alternatives, the land evaluation units, which have to be evaluated on their suitability for a specified land use. The land evaluation units

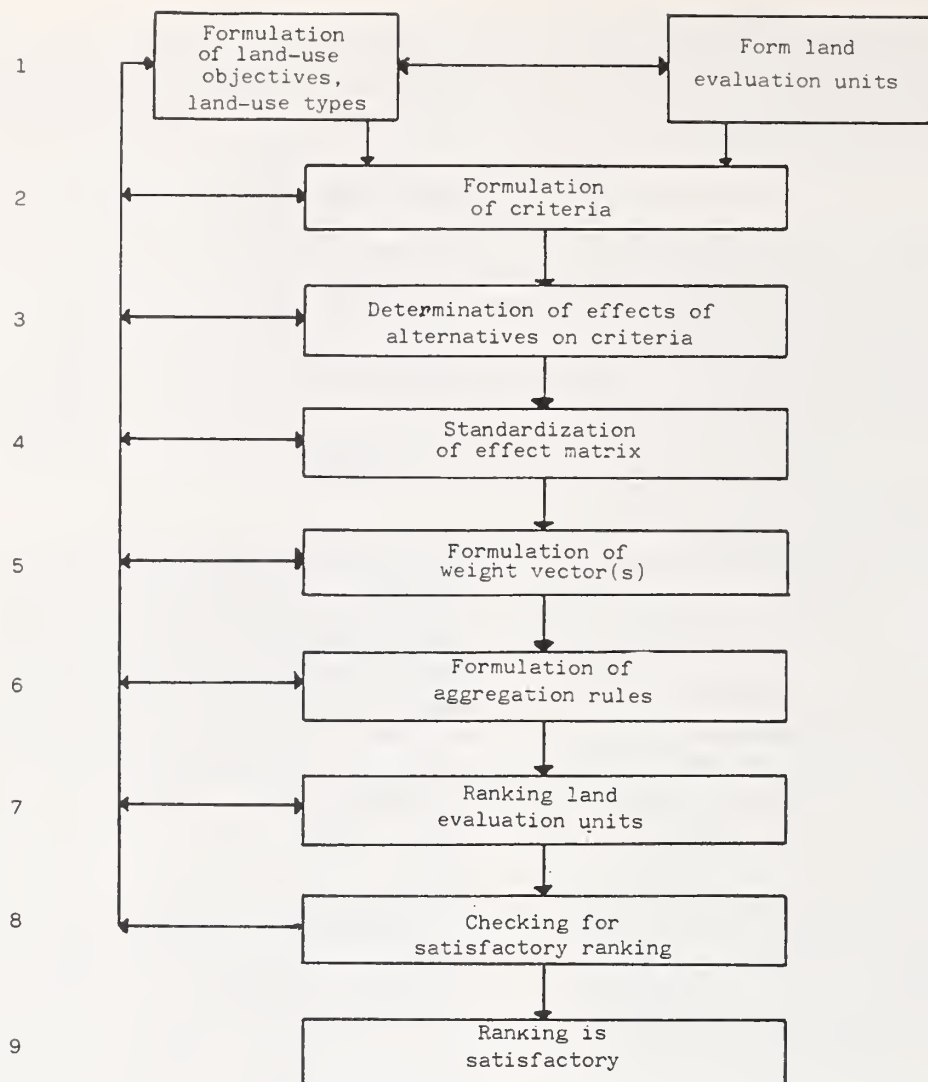


Figure 1 Steps in multicriteria evaluation methods.

have to be evaluated on several criteria, which are usually also in different dimensions. MCE methods can be used in land evaluation to rank land units according to suitability for a specified land use. In this study, MCE methods are used to rank sites according to suitability for afforestation. Before describing the application of a MCE method, we shall first briefly explain what MCE methods are and how they work.

Figure 1 depicts the various steps in the application of MCE methods in land evaluation. The first step can be the formulation of the land-use objectives and the determination of possible kinds of land-use. Also, the alternatives - in this case the land evaluation

units to be evaluated - have to be chosen. In step 2, the criteria on which the land units will be evaluated have to be formulated, as well as the dimensions of these criteria. Next, the effects on the criteria of the various land evaluation units have to be determined. In step 4, the dimensions of the effects on the various criteria have to be standardized, at least in many cardinal MCE methods. One of the methods of standardization (Voogd, 1982) is the so-called maxmin method:

$$e_{ji} = \frac{s_{ji} - \min s_j}{\max s_j - \min s_j} \quad (1)$$

in which:



$e_{ji}$  = standardized criterion score of land evaluation unit  $i$  and criterion  $j$ ;  
 $s_{ji}$  = unstandardized criterion score of land evaluation unit  $i$  and criterion  $j$ ;  
 $\min s_j$  = lowest  $s_{ji}$  - score of criterion  $j$ ;  
 $\max s_j$  = highest  $s_{ji}$  - score of criterion  $j$ .

Standardizing according to this formula leads to scales of equal length for all the criteria: the criterion with the lowest score is allocated the lowest standardized score 0 and the highest score is allocated the highest standardized score 1. Criteria with a reversed value - for which a high score is valued lower than a low score - have the standardized value  $(1 - e_{ji})$ . A drawback of this way of standardization is that the length of the scale is the same for every criterion, although the difference between the lowest and highest score of a particular criterion in a region may not be seen as very impressive. Later on we will meet another drawback of this standardization method. A standardization based on own insight may therefore be preferred.

In step 5, weights or values are attached to the various criteria. Attaching weights is very difficult. Later on we will see how this problem can be tackled.

Next, in step 6, the criteria are aggregated in some way. There are many MCE methods; the major difference between them is, as a rule, the way the criteria are aggregated. An overview of MCE methods can be found in Thampapillai (1978). In this application we are using one of the most simple methods: the additive weighting method. It can be expressed mathematically as follows:

$$P_i = \sum_{j=1}^J w_j \cdot e_{ji} \quad (2)$$

in which:

$P_i$  = score for land evaluation unit  $i$   
 $w_j$  = weight attached to criterion  $j$   
 $e_{ji}$  = standardized effect score of criterion  $j$  for land evaluation unit  $i$ .

This method can be called a compensating method; a low score of one criterion can be compensated for by a high score of another criterion. An advantage of this method is its transparency and ease of application. Another MCE method - a concordance analysis in which land evaluation units are compared pairwise - could not be run through the computer properly because of the size of the matrix that has to

be drawn up.

In step 7, the land evaluation units are ranked according to the score  $P_i$ .

Finally, in figure 1, the application of MCE methods is seen as a process with feedbacks. In each step, one can come to the conclusion that one is not satisfied. Then one can change one or more of the preceding steps.

### Criteria and criterion scores

#### The land evaluation unit

Criterion scores have to be attached to land evaluation units. Although the data allow a grid of squares of 1 km by 1 km to be chosen as the land evaluation unit, we have chosen to take a freguesia (municipality) as the land evaluation unit, because the freguesia is the decision-making unit about afforestation. The available data not allow a land evaluation unit based on natural boundaries to be chosen. However, we intend to start an application based on a grid of squares as land evaluation units.

#### Criteria

Criteria can be derived from objectives. Objectives are often vague descriptions; criteria are comprehensive and measurable (Keeney and Raiffa, 1976). In forestry, the relevant broad categories of objectives are financial, social and ecological. The criteria in table 1 are based on this classification. A so-called veto criterion has to be added to these criteria. This means that areas designated for preservation e.g. the national park of Peneda-Gerês, are excluded from afforestation. The southern part of the district, the Douro valley - the demarcated region of the famous port wine - is excluded because it has little baldios land. From table 1 it can be seen that we have often had to be content with proxy variables, because of a lack of secondary data and available time, (e.g. a soil map of this district is not available and potential growth has had to be based on Paterson's climatic index). Available time did not allow slope to be included as a factor determining financial results. The area potentially available for afforestation consists of baldios land and abandoned agricultural land. This area was determined from aerial photographs (scale 1 : 18,000). Several criteria have been introduced to

Table 1 Objectives and criteria

objective	criterion	explanation
- maximization of economic returns from forestry	- annual potential growth index	- a higher index indicates better climatic conditions for timber production
	- area available for afforestation	- the larger the area for afforestation, the lower the costs of establishing the forest and of other timber production activities
- minimization of conflicts with agriculture	- animal pressure per hectare of available area	- <u>freguesias</u> with a high pressure on the available area are less suitable because of potential social problems
	- area of agricultural land per inhabitant	- <u>freguesias</u> with more agricultural land per inhabitant are more suitable because the population is less dependent on common land
	- number of farmers without land but with animals, per hectare available area	- <u>freguesias</u> that have more farmers who completely depend on communal land are less attractive for afforestation
- ecological diversity	- percentage of the <u>freguesia</u> already under forest with coniferous species	- if the <u>freguesia</u> is already afforested to a certain extent with coniferous species, more afforestation with these species will make the area more sensitive to fire and pests

represent possible conflicts with agriculture. Animal pressure has been calculated as the number of livestock units per ha land potentially available for afforestation. Because cattle also depend on other sources for fodder, as already mentioned, only half of the number of cattle in a freguesia is taken into account when calculating livestock units.

#### Standardization of the criterion scores

Except for the last criterion in table 1, the

maxmin method is used as standardization method. As to the standardization of the last criterion, the standardized scores allocated to areas that are less than 20% or more than 75% covered with forest are 1 and 0, respectively; scores between these percentages are linearly interpolated.

One of the problems with the maxmin method is that if the MCE method is applied in other districts, the results cannot be compared or joined, because the minimum or maximum scores of a criterion can vary between districts.

## Weighting the criteria

The weights express the subjective value a person attaches to the criteria distinguished. An analyst/planner will find it very difficult to determine weights. He has to receive these weights from the decision-maker. In general, the decision-maker will in the first instance refuse to give the weights, because he does not know the consequences of these weights. The planner/analyst can, therefore, best design different sets of weights; each set stresses the importance of one of the main objectives. Next, the consequences of the different sets on the ranking can be studied. For ease of interpretation, the sum of the weights of each set will be the same, e.g. one or hundred. In our application, weight sets stressing the importance of financial, social or ecological objectives can be composed. The suitability ranking shown in figure 2 is based on the following weights:

potential growth	.10
potential available area	.10
animal pressure	.25
landless farmers	.25
agric. land per inhabitant	.20
actual forest area	.10

As can be seen, social criteria have been given heavy weights. Figure 2 shows that the freguesias suitable for afforestation with this weight set occur especially in the northwestern part of the district.

## Conclusions and discussions

MCE methods can be used to rank the attractiveness of alternative projects on a certain site. In this application, MCE methods are being used to rank sites according to attractiveness for afforestation.

The method of land evaluation described differs in two ways from land evaluations commonly applied: the way criteria are aggregated and the integration of socio-economic aspects. In land evaluation each criterion is usually divided into classes according to suitability for a specific use. To establish the final land suitability class, one has to make a combination of classes of the separate criteria. In one way or another this is also a method of aggregation. Often, the research results on which such an aggregation is based,

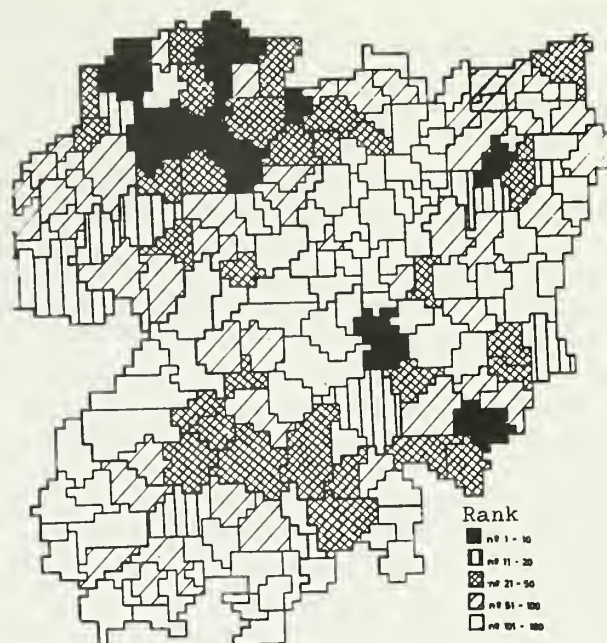


Figure 2. Freguesias in the Vila Real district ranked according to suitability for afforestation. Social criteria were weighted heavily.

are not described. Such an aggregation can give a misleading impression of objectivity, although subjective elements have been introduced. Thus there is a danger of deliberate or unintended manipulation by the analyst/planner. In this application, aggregation has been done by MCE methods.

Various (subjective) decisions are made when applying MCE methods: choice of criteria and of land evaluation units, the way of standardization, the method of aggregation, and the weights. The need to choose criteria and units is present in each land evaluation. A sensitivity analysis should be done to assess the influence of the method of aggregation and weights on the rank. We have already pointed out how this can be done for the weights. The sensitivity to the method is tested by using several methods. In further work on evaluating the suitability for afforestation in north Portugal, we plan to use a regime analysis (Hinlopen et al., 1983) - an ordinal method. Thus, subjective decisions are not disguised, but are expressed explicitly. Another advantage of the application of MCE methods is that such an analysis can raise points for discussion by the groups concerned. Both the method used and the quantification in each step can be



discussed.

As to the second aspect, that of integrated socio-economic factors, it must be noted that these factors are often only taken into consideration in land evaluation as far as required to define the level of technology. With MCE methods, other socio-economic aspects can also be taken into account. The method presented in this paper can be considered as a land evaluation, and therefore is subject to the limitations inherent in land evaluation. Land evaluation produces only the relative suitability of a certain land evaluation unit. It does not give the best land use. In this application the relative suitability of freguesias for afforestation is being determined. However, if a freguesia ranks high for forestry, that does not mean that forestry is the best land use. An in-depth study at project level will have to reveal whether forestry or agriculture - or maybe agroforestry - is the best land use, and to what extent.

Lastly, the lack of data, which hinders the introduction of some criteria, must be mentioned. Data are not available on soil characteristics on slopes and on the distances of baldios land from villages. Nevertheless, this study is achieving an important aim: a methodology for incorporating socio-economic aspects into land evaluation for afforestation in north Portugal. Of course, this methodology can also be used in other situations in which socio-economic aspects have to be incorporated in land evaluation.

#### Literature Cited

1. Baptista, F. de Oliveira. Portugal 1975: Os Campos. Porto: Edicoes Afrontamento; 1978.
2. Beek, K.J. Land evaluation for agricultural development. Wageningen: ILRI publication no. 23; 1978, 333 p.
3. Bennema, J.W. Traditions of communal co-operation among Portuguese peasants. Amsterdam: Univ. of Amsterdam, Papers on European and Mediterranean societies, no. 11; 1978. 127 p.
4. Bennema, J., H.F. Gelens and P. Laban. Principles, Basic Concepts and Procedure in Land Evaluation, Considered from a Forestry Angle. In: P. Laban (ed.). Proceedings of the workshop on land evaluation for forestry. Wageningen: ILRI publication no. 28; 1981: 181-202.
5. Cairnes, A. 1983. Portugal é cada vez mais um país de eucalyptus. O Jornal.
6. Cunningham, J.M.M. and P. Newbould. Report of the visit made to the north of Portugal. Vila Real: Institute Polytechnique; 1979. 22 p.
7. FAO. Land evaluation for forestry. FAO Forestry Paper 48. Rome; 1984. 123 p.
8. Hinlopen, E., P. Nijkamp and P. Rietveld. Qualitative discrete multiple criteria choice models in regional planning. Regional Science and Urban Economics, 13: 77-102; 1983.
9. Keeney, R.L. and H. Raiffa. Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs. New York: Wiley and Sons; 1976. 569 p.
10. Thampapillai, J. Methods of multiple objective planning: a review. World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts, 20(12): 803-813; 1978.
11. MAPA. Programa Especifico de Desenvolvimento da Agricultura Portuguesa (PEDAP), Programa de Accao Florestal (PAF). D.G.F; 1986.
12. Mes, G. and R. Brouwer. The best spot. An application of multicriteria analysis on afforestation in Northern Portugal. Wageningen, Doct. thesis, Dept. of Forest Management, Agric. Univ. 1984. 86 p.
13. Voogd, H. Multicriteria-evaluation for urban and regional planning. Delft: Delfsche Uitgeversmaatschappij B.V.; 1982. 380 p.
14. Wiersum, K.F. (ed.). Strategies and Designs for Afforestation, Reforestation and Tree Planting. Proc. Intern. Symp. 19-23 Sept. 1983. Wageningen: PUDOC; 1984. 432 p.
15. World Bank. Portugal, Tras-os-Montes Rural Development Project. Agricultural Situation. Working Paper; 1978.
16. World Bank. Staff Appraisal Report. Portugal, Tras-os-Montes Rural Development Project; 1982.

A COMPLEX MODEL OF FOREST UTILISATION  
FOR SOME SELECTED COUNTRIES IN NORTH AFRICA 1/  
PIOTR PASCHALIS 2/

**Abstract--** The complex model of forest utilisation suitable for the source of wood raw material present in the selected North African countries enables the existence of forests, harvesting, leads to proper forest management and stops the desertification process. Model processes of wood harvesting are suitable for various conditions in Morocco, Algeria, Tunisia and Libya.

**Abstracto--** El modelo complejo del aprovechamiento del bosque esta ajustado a varios generos de fuentes de materia de madera, existentes en escogidos paises de Africa del Norte.

Posibilitata la manutencion de los bosques la optencion de madera, correcta administracion de los bosques y hace parar en proceso de la desertacion los procesos modelos de la optencion de madera estan ajustados a diferentes condiciones que existen en Marruecos, Argelia, Tunicia y Libya.

## Introduction

Uncontrolled industry development and unrational management of material resources are becoming an ever greater threat to the forest resources of the world. It is considered that deforestation in favour of arable land, the use of wood as fuel because of the increasing energy requirements and gradual dying of forests caused by air, soil and water pollution are the main factors endangering the forest resources on our globe. This results in a severe deficit of wood which particularly affects those countries, the geographical situation of which and methods of management of forest areas cause a lack of selfsufficiency in meeting the requirements for raw wood.

Such a situation sets particularly difficult problems to the forestry of countries of the semidry and dry zones, since the pressure of the populations forest areas there is so extremely strong and degradation of natural ecosystems progresses rapidly.

It is considered, on the basis of analysis of the observations performed and investigations of the present and other authors, that the application of exploitation methods of harvesting raw

wood and irrational utilisation are the main factor leading to desertisation and reduction of the surface area of forests. This as consequence increases wood deficit, stimulating in turn the pressure exerted by the community on the forest /2/. There do not exist at present complex multidirectional and rational forest management programmes, and even partial concepts of solution of the particular problems concerning forest utilisation, which may be applied in forestry in the countries of the arid and semiarid areas /3/.

Thus, there is an urgent need of elaboration of a model of forest utilisation adapted to the forest conditions of countries of the arid and semiarid area which would ensure rational methods of harvesting raw wood and of minor forest utilisation. Rational forest utilisation ensures the fulfillment of all its functions, since planned utilisation essentially consist in high intensification of silviculture and protection practices.

## Basic assumptions of the model

The proposed model assumes:

- a/ adaptation of methods of wood and minor forest products harvesting to the present and potential raw material base,
- b/ rational harvesting of wood and minor forest products,
- c/ rational manufacture of definite products,

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop /Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987/.

2/ Piotr Paschalis is Associate Professor of Forest Utilisation, Faculty of Forestry, Warsaw Agricultural University, Poland.



- d/ adaptation of methods of work and use of machines and tools to the local conditions in a wide sense,
- e/ planning of variants of the technological process, adapted to the sources of raw wood,
- f/ utilisation of secretions and excretions from tree stems,
- g/ utilisation of leaves, fruits, seeds and branches,
- h/ application of agronomic and forestry as well as of agro-forestry and pastoral methods,
- i/ utilisation of medicinal edible and fodder herbs,
- k/ development of more modern methods of production of charcoal,
- l/ development of honey production based on mobile beekeeping.

It is considered that the adoption of the above enumerated suggestions of forest utilisation gives a foundation for passing to the stage of partial self-sufficiency as regards certain round wood assortments and minor forest products. It should be also stressed that this will at the same time create a basis for the understanding by the local communities and treatment of forest as an element of human civilisation. The factor integrating this relation would be the possibility of finding permanent work in forestry.

It is also considered that the only chance of conservation and further development of forest ecosystems in the selected countries of North Africa in the establishment of a rational forest utilisation.

Numerous FAO experts /1/ agree that the main, and at the same time only, sources of raw wood in the semi-arid and arid zones of Africa are:

- natural forests and brush,
- trees cultivated by agriculture and silviculture methods,
- forest forms,
- trees planted in homesteads.

It is considered, however, that forest protective belts should be included as important sources of raw wood.

#### Construction of technological models of wood harvesting and transport

Forest utilisation, especially raw wood harvesting, is the stage of work in forestry when wood, the production of which required a long period of time, may be utilised in various forms or exchanged for legal tender. The efficiency of organisation of the raw wood harvesting process decides to a high degree of the economic effect. On the other hand, in the course of this process forestry is faced with an open conflict with the community.

Thus, forest operations are extremely difficult and the technological conceptions require great ingenuity in this

zone. Above all the consequences of mechanisation of wood harvesting should be considered. Maximal advantages which this could bring may be obtained only if the methods applied are suitable for the local conditions. When the degree of mechanisation is too high or too low, the economic and social effects may be undesirable. The moving away of the population and unemployment may prove more expensive for the community than the advantages obtained. Not the effects of mechanisation, but improvement of methods and tools already used may not only be cheapest, but also bring the best end solutions.

Logical considerations of the criteria limiting the possibilities of choice of a certain solution can also take into account problems resulting from the technical culture of the workers at all levels, both of execution and supervision. The limitation resulting from the kind of raw wood source in this zone should also be taken into account. Analysis of these criteria results in elimination of any technological solution based on systems at the level of automatic or semiautomatic work. Technological systems based on machine techniques may be introduced in countries with a higher technical culture where a trained executive staff is available.

The foregoing remarks obviously influence considerations on the technical and economic parameters of the technologies applied in raw wood harvesting, and the choice and development of the technology have to be suitable for the selected country of North Africa. They have to be based on the geographical situation, the terrain relief, climate, natural and forest conditions, kind of raw wood sources and function of forest in this zone. They should also take into account the social development level implying economic, technical and ecological limitations. This problem is most acute in the case of technology choice for separate small areas of felling, where a number of operations, especially as regards planning and preparation of the work can only be compared with forest harvesting on large surfaces forming economic units which supply raw material to industrial establishments. The choice of the technology to be applied on a given felling must be preceded by analysis of the factors affecting the course of the process and its consequences. If factors of clearly hierarchised value decide of the technology to be chosen, decisions can usually be taken based on simple logical argumentation. But when several or more criteria influence the choice, calculation methods should be applied.

Construction of the conditions in the model of wood harvesting depends very often from the choice of the criterion



of purpose. In forest management of industrialised countries a maximal yield at minimal cost is assumed, maximal utilisation of machines and appliances, of the workers' activity etc. If the purpose is the criterion in the forestry of the arid and semi-arid zones, the matter is much more complicated, since there is no single universal criterion. Several such criteria should then be taken for the aim in view and a calculated solution should be obtained for several variants of the model. If the solutions do not differ too widely by planning the sequence of field work minimal differences in the solution may be obtained or the solution can be based on the solution for one selected criterion.

The choice of the best solution may be obtained by means of a suitably programmed computer or, in the case of simple outset material by logical argumentation and simple mathematical calculation /5/. All possibilities of solution lie within the scope of four basic technological systems of raw wood harvesting.

#### Universal technology

It is a type of technology based mainly of hand tools, seldom on machine work. It is particularly useful for application on small surface areas whenever we deal with a small quantity of raw wood to be harvested, with a large number of assortments. It also takes into account forest protection in the widest sense.

#### Technology of single fellings on the whole area of the timber stand

This technology requires the preparation in the stand of a network of skidding trail ensuring maximal protection to the trees remaining after the operations on the felling area. Trails 3-4 m wide should run in straight lines at a distance of 60 to 80 m from one another. The direction of felling is established, skidding is one-step with a trailer or forwarded, or two-step - by freight animals to the skidding trail and on the trail with a tractor.

#### Technology of wood harvesting in strip cutting

This technology is based on schematic planning of felling of definite tree rows /e.g. every 5th of 6th row/. The free space thus obtained allows introduction of cutting machines and at the same time forms skidding trails throughout the felling area. When, however, the transport

road runs parallelly to the felled tree rows, additional skidding trails have to be prepared running perpendicularly to the felling area. After felling the tree is skidded with the use of the cutting machine or with a tractor.

#### Technology on clear fellings

From the point of view of organisation of the technology of wood harvesting and transport, the principle of removal of all trees from the felling area creates the most convenient conditions for introducing various kinds of equipment. Management by clear felling makes also possible the introduction of organised teams for felling and skidding, equipped with suitable tools and machines. Their output in work is several times higher than when universal technologies are used.

The technologies applied on clear felling are based mainly on skidding of whole trees, or stems to the upper landing /they may also be skidded to the central depot /lower landing/, and there appropriate assortments are prepared or their groups.

For appropriate integration of forest utilisation one should consider how all profitable ways of utilisation in the widest possible scope should be combined and recognize the tolerance and compromise between them. This refers to the whole activity in minor forest products utilisation /4/.

The theoretical model of full utilisation of minor forest products should, therefore, include a multidisciplinary system of stock taking and management consisting in full identification of the species and determination of the productivity of habitats as well as a technology of harvesting and processing of the raw materials and products.

#### Block scheme of forest utilisation model for certain selected countries of North Africa

Forestry in its traditional sense was and continues to be rejected by some scientists and practitioners as unsuitable for the semi-arid and arid zones. The main cause of this was the belief that forest cannot fulfill all its functions in this zone, and above all fulfill its productive function.

Analysis of many papers and observation and investigations of the present author demonstrated, however, that fulfillment of all basic functions of the forest is possible only when the productive function is maintained. In the suggested model of forest utilisation this function is reduced to:

- harvesting of fuel wood and production of charcoal,
- harvesting of various timber assortments,
- harvesting of leaves and fruits serving as food for humans and fodder for animals,
- harvesting of other nonwood products such as gums, resins, bark, tannins etc. and establishing of a base for bee pastures.

Realisation of the above presented tasks fulfills all the conditions set in the previously discussed premisses concerning the complex model of forest utilisation. Solution of these problems would make possible the construction of a block model of forest utilisation for the selected countries of North Africa /Fig. 1/.

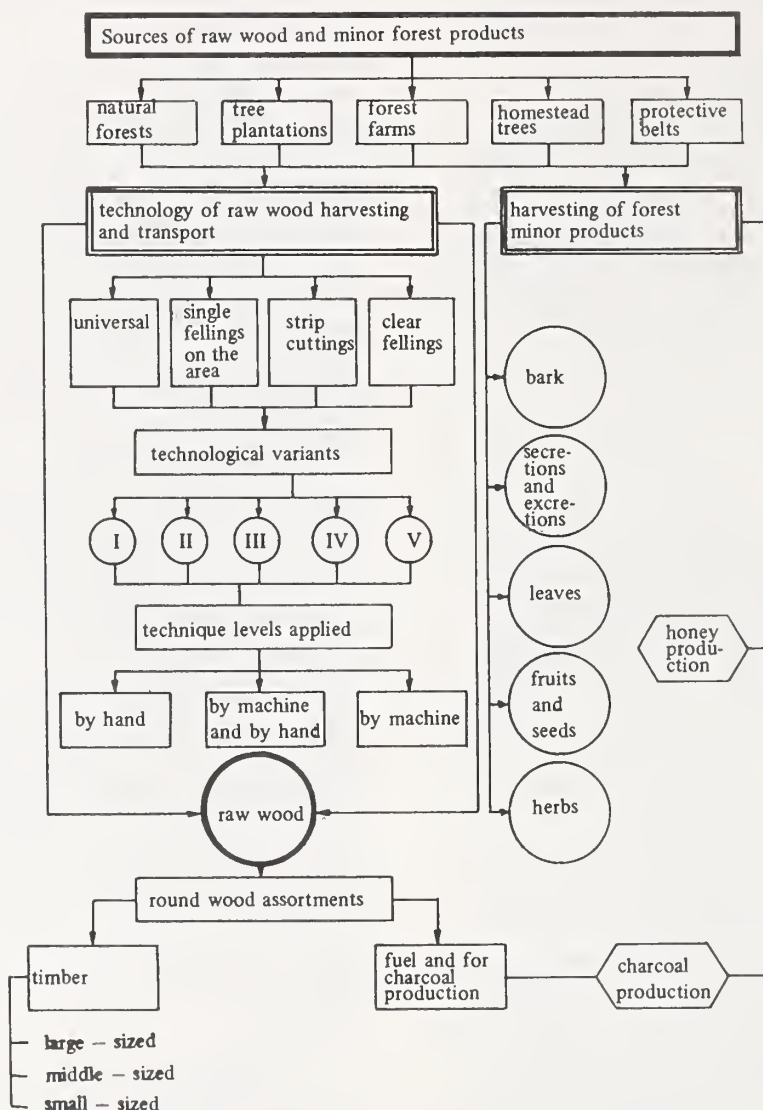


Fig. 1. Model of forest utilisation for some selected countries of North Africa

This model gives three basic structures of utilisation of afforested terrains constituting present or potential sources of raw wood and minor forest products. In dependence on the type and kind of raw wood source several technologies described in detail are suggested for choice in harvesting and transport of wood. This choice of a suitable tech-

nology should be preceded by analysis of the factors influencing the whole course of wood harvesting. Each of the proposed technologies may be put into practise in several variants differing in the technique standard and the system of harvesting. The assortments of round wood obtained are divided into large-, middle-size- and small-size wood according to

their technical quality and demand, and fuel wood and wood for charcoal production. Harvesting of minor forest products is carried on parallelly with wood harvesting or at suitable times.

#### Literature Cited

1. CATTERSON T.M., RESH T.M., Comment on "The role of forestry in dry Africa". Journal of Forestry, April 1985, 207-209.
2. PASCHALIS P., System for forest operations on the semi-arid and arid zone exemplified in Libya. XVII IUFRO World Congress, Japan. Miscellaneous Report 264, 1981, 99-104.
3. PASCHALIS P., Model of forest utilisation for certain selected countries of North Africa, Warsaw Agricultural Press, 1986, 1-77.
4. SEPULVEDA B.J.I., Modulo de uso multiple de los recursos forestales de zonas aridas. USDA Forest Service general technical report WO. June /28/, 1981, 618 p.
5. SZASZ T., TARLOS B., VERBAY J., Simulation method to test harvesting operations. World IUFRO Congress, 1981, Japan.



INTERDISCIPLINARY PLANNING OF A TIMBER SALE  
AT THE DISTRICT LEVEL 1/

Steve Q. Cannon 2/

---

Abstract--Interdisciplinary planning for multiple-use management must also be used at the grass-roots project level. The sense of "playing as a team" must be fostered and maintained and strict adherence to an agreed upon procedure aids in identifying the best alternatives for a land management project.

Abstracto--La Planificacion Interdisciplinaria para el manejo de usos multiples tambien tiene que estar usado al nivel mas basico del proyecto. El sentido de estar "jugando como un equipo" tiene que estar criado y mantenido. Tambien hay que adherirse estrictamente a un procedimiento convenido que se facilita la identificacion de las alternativas mejores para un proyecto del manejo de terrenos.

---

### Introduction

The word "interdisciplinary" is defined by Webster's Dictionary as, "characterized by participation or cooperation of two or more disciplines or fields of study". Upon signing the National Forest Management Act of 1976 into law, then President Ford defined the essence of interdisciplinary planning as, "the balanced consideration of all resources in the land management process".

Almost everywhere you look in the handbooks, manuals, and training materials on interdisciplinary planning, you will encounter the idea that the goal of the interdisciplinary team is to work together in resolving problems, preparing plans, or implementing actions. This is all very easy to say, but how does one go about making it happen? I know that I, as an optimistic young forester, naturally assumed that after presenting the Interdisciplinary Team with my well-intentioned project proposal, agreement and approval would be thunderous. After all, we all want to protect the environment, don't we? It was rather disconcerting to me that the other resource specialists on my first Interdisciplinary(ID) team didn't have complete and blanket trust in my intentions. Consequently, my reaction

was to back into my little fortress of forestry and request their input with the intent of putting together the timber sale on my own, since I knew best. That was called Multidisciplinary Planning, though I didn't know it at the time. The distinction was significant in that I was not complying with the spirit or the letter of the laws pertaining to the management of National Forest Land. Understanding the distinction and getting away from planning in a void required some experience and time in observation of other people working on ID teams.

From having had the sometimes trying, sometimes rewarding experience of working with ID teams on many projects, I have come to the conclusion that the success of an ID team is primarily dependent on the following factors:

1. An understanding of and commitment to the goals and objectives of the proposed project by all members of the team.
2. The involvement of a Decision Maker on the ID team who has the authority to keep the team on track and make intermediate decisions based on the objectives of the next highest plane(i.e.: the National Forest).
3. The ability of all team members to remove themselves from the parochialism of representing "their resource".(This is probably the most difficult and important of all the factors, since it gets to the root of many ID Team failures- the idea that if I get what I want, I win and you lose.)

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop(Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987)

2/ Steve Q. Cannon is a Forester on the Amador Ranger District of the Eldorado National Forest in California.

To illustrate the importance and impact of the three factors I have mentioned, I will use the case with which I am most familiar, the sale of timber on National Forest Land.

An annual cut is assigned to the District based on National, Regional, and Forest level inventories and volume objectives. There is a fair amount of autonomy given to the District as to the how and where of this annual cut, but the planning of the individual timber sales is supposed to be standard as guided by the Forest Service Manual and its Handbooks.

#### Project Feasibility

The first stage is that a project proposal is made and its feasibility is assessed in a broad sense by an Interdisciplinary Team. At this stage, many resource specialists are involved and their general knowledge of the project area is recorded. The ID team participant must be open-minded to ideas and non-judgmental. All of the preliminary components of the proposed project: the objectives, issues, constraints, etc., need to be discussed, evaluated, perhaps reformulated or discarded during this phase. Each resource specialist needs to put on the cloak of a interdisciplinary problem solver. Once the "guns are left outside", a true team mentality can be born.

The objective of the ID team at this point is to decide whether or not to proceed with the planning of the proposed project. There should be no compunction about dropping the project at this point if it is deemed unfeasible by the ID team. Preliminary objectives, issues and concerns, opportunities, alternatives, information needs, and mitigation measures are noted. It is important that none of these items are considered unchangeable further along in the planning process, nor is it impossible to add more as greater knowledge of the project area comes to light. The involvement of the Decision Maker (responsible official) in this phase can be critical if the team is inexperienced or if the project area is particularly sensitive from the standpoint of one or more resources. Getting off on tangents is quite easy and the team must be kept on track. You're working with a lot of people at this point and salary costs can be significant.

It should be noted that it is frequently not necessary to involve all of the original resource specialists in the following stages of the project planning process. The initial elaboration of resource objectives, issues and concerns, etc., should give the ID Team a good idea of which resources would be most affected by the proposal. The ID team can then boil itself down and designate those resource specialists which will make up the "Core" ID team in the next phase. These fewer people will be able to work together more easily, but may have to represent the resource specialists not on the Core ID team on occasion. For example, the Soils Scientist, as a Core team member, would represent Hydrology and Fisheries Biology concerns. In fact, a resource specialist who is having problems putting aside the parochialism of his/her particular outlook can be helped to learn unbiased interdisciplinary planning by representing another resource.

It is also necessary to select a Team Leader at this point. This person would not necessarily be the person who proposed the project and convened the ID team in the first place. It should be the person whose resource has the probability of being most profoundly affected by the proposed project. But regardless of who is the Team Leader, that person must be technically proficient, understand the other disciplines and local policies, have good interpersonal skills, and understand the planning process.

#### Environmental Analysis

Assuming that the proposed project has been deemed feasible by the ID team, the next stage of the timber sale planning process is that the forester begins to select harvest units on the ground. The selection criteria for harvest unit proposal are based upon timber management objectives, soil conservation objectives, water quality objectives, etc.. As progress is made in preparing the timber sale, periodic field reviews of the proposed harvest units are made by the resource specialists individually or the Core ID team as a group. At these times issues and concerns, opportunities, mitigation measures, etc., are generated anew, or verified from the Feasibility Phase and are used by the forester in selecting areas for harvest that minimize impacts upon other resources. In areas which require special attention, i.e.; using timber harvest to enlarge a meadow for

the enhancement of wildlife habitat, a resource specialist might actually work with the forester in delineating the harvest unit boundaries on the ground. The process is basically oriented around the premise that if one person proposes an action, what will be the required reaction in terms of mitigation? Without specifically proposed actions, any planning process can only be theoretical at best.

After the proposed timber sale is completely prepared on the ground, or at least substantially complete so that the Core ID team can project what the total impacts would be, the Core team is charged with analyzing the potential alternatives and selecting a preferred alternative for recommendation to the Decision Maker. Management constraints, mitigation measures and a monitoring plan for the project must be agreed upon. The monitoring plan will insure that the objectives of the project are adhered to and planned mitigation measures are carried out. The involvement of the ID team continues into this portion of the project, since many of the mitigation measures will be for the benefit of the various resource areas that the ID Team members represent.

### Conclusion

Multi-resource planning and management is a necessary and noble objective. We have come to the realization that the balanced consideration of all resources is the most ecologically sound way of managing our natural resources. The commitment to interdisciplinary planning is the next logical step for an agency or company that intends to manage for multiple resources. Many other professions use the concept of interdisciplinary planning to successful ends, though the concept may go by different names. But foresters and other resource specialists have a tendency to dislike systems which require them to deal with people. The resources that we manage don't talk back to us or force us to document our sources. Yet management of resources without the consultation of other people, experts and laypersons, is management in a vacuum. The risk of environmental damage is thus higher or, at the minimum, the probability of securing the greatest rewards is reduced. The initiation of interdisciplinary planning for your district level projects will result in better overall management.



MODELING FUELWOOD RESOURCES AND DEMANDS  
IN MOROCCO AS A NATIONAL PLANNING TOOL 1/

Asif M. Shaikh, Robert D. Kirmse,  
and Mohammed Belrhiti 2/

---

Abstract--The predominant domestic energy in Morocco is fuelwood. The harvesting of this biomass beyond the natural regeneration capacity is resulting in severe social and ecological disturbances in this arid land. Modeling of the fuelwood resources and demands has made it possible to identify major current and future problem areas throughout the country and subsequent sensitivity analysis is helping to identify the more promising cost effective development strategies.

Resumen--La principal fuente de energia domestica en Marruecos es la lena. El uso de esta biomasa mas alla de la capacidad de regeneracion natural esta produciendo severas alteraciones sociales y ecologicas en esta zona arida. Mediante un modelo de los recursos de lena y de la demanda ha sido posible identificar las principales areas problematicas, actuales y futuras, en el pais. Un analisis de sensibilidad permite identificar las estrategias de desarrollo mas prometedoras y eficientes en terminos de costos.

---

## Introduction

Fuelwood is the single most important source of household energy in Morocco. Woodfuels (fuelwood plus charcoal) account for 87% of the domestic energy needs and 35% of the total energy consumption of the country. The harvesting of this biomass beyond the natural regeneration capacity is resulting in severe social and ecological disturbances in this arid and semi-arid land. For various hypothesized reasons, reforestation efforts have not had the desired impact on the problem. As such, we were asked to assess the fuelwood supply and demand situation in Morocco, and determine potential investment programs for correcting the perceived problem.

To undertake this national planning mandate, we considered the first priority to be a region by region analysis of the fuelwood problem. With that as a benchmark, we would attempt to assess the relative impact of various interventions on both the production and consumption variables. Computer modeling, and its associated capacity to assess relative impacts through sensitivity

analysis, would prove to be an efficient tool for unraveling this complex biological problem.

## The Model

The Forest Resources Analysis and Planning Model (FRAP) was the computer program used for this modeling/planning exercise. FRAP is a detailed simulation model which projects forest resources supply and demand over a twenty year period for up to twenty separate regions in a country. FRAP was created by Energy Development International to replace simplistic projections models being used in several countries because such models were found to be unreliable indicators of the likely impact of major policy initiatives. The model strives towards three objectives: i) a high degree of technical accuracy; ii) maximum flexibility for the policymaker to define the parameters of the analysis, and iii) 'user-friendliness' or ease of use. Not a singular number is built into the model. Every number and assumption is defined by the user, and every one can be varied for sensitivity analysis.

Twenty-two input tables accept data by region on forest classification, average mean annual increments and stand volumes by forest zones, agricultural clearing, wood recovery, forest fires, herding, managed forests and plantations, and, on the demand side, rural and urban populations and growth rates, fuel mixes (urban and rural), energy devices and efficiencies, final energy demands by end-use (cooking, lighting, space heating, etc.), industrial and commercial wood energy consumption, non-energy

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Asif Shaikh and Robert Kirmse are President and Senior Agroforester, respectively, of Energy/Development International (E/DI), Washington, D.C., and Mohammed Belrhiti is engineer with the Ministry of Energy and Mines, Rabat, Morocco.

consumption, non-energy wood demands and growth rates and demand elasticities, amongst others.

FRAP automatically links to a related model -- INVEST -- which allows a user to create and cost a series of potential investments, including fuel substitution, supply measures (plantations, forest management, agroforestry, etc.) and device efficiency improvements (kilns, stoves, etc.). Up to 180 different regional investment programs can be created on file and any combinations put together in alternative 'investment packages' which can be costed and then run to assess their impact. This link between INVEST and FRAP, which ties project cost, investment budgets and policy impact elements of natural resources decision-making, is perhaps the most innovative and useful feature of the model.

FRAP was designed to project as technically accurate a base case as possible within the limitations of the data available on fuelwood production and consumption. The principal strength of FRAP is its ability, through sensitivity analysis, to systematically test alternative assumptions. The resulting projections capture the nuances of inter-relationships and time patterns. These projections are useful to the planner to help identify major problem areas throughout the country and to assess the relative impact (and cost effectiveness) of hypothesized development strategies.

#### Projections of Fuelwood Supply and Demand in Morocco

##### Data Input

Morocco is a highly diverse country in terms of topography and culture. This diversity results in extreme variations in localized fuelwood supply and demand patterns. One of the major advantages of FRAP is its ability to project the fuelwood supply and demand situation by regions, and also to assess the impact of investment options within the same regions. We have opted to use the same geographic divisions in the modeling effort as the 'Plan National de Lutte contre la Desertification' so that the analysis using FRAP will be consistent with the National Desertification Control Program. The division of the country into these 12 regions was based upon homogeneity of vegetation, climate, topography, and sociological factors.

An intensive search for available data on the fuelwood production and consumption throughout Morocco was undertaken. Individuals within the various government agencies were very helpful in assembling this information. Most of the data came from official government documents. The specific data used, hypotheses made for missing data, limitations in the available data, and other data concerns are outlined by Kirmse and Shaikh (2).

#### Base Case Results

Using the best available data and under the constraints of the assumptions we have made, FRAP has generated, in graphic form, 20-year projections on both the national and regional levels. We will refer to this benchmark scenario as the 'Base Case,' as it represents the projected future in the absence of any corrective intervention. The ensuing discussion will not be in terms of precise amounts, but rather will address the more important question of relative differences in yield and consumption (i.e., deficit vs. surplus) between cases.

Figure 1 projects the Base Case fuelwood supply and demand for Morocco as a nation. From the input data, FRAP estimates sizable current deficit, consumption being over twice supply. The current prognosis is that without any intervention this already critical situation will continue to erode into year 2005. The widening gap between supply and demand with time (Figure 1) represents a decline in forest resources. As the deficit widens and the perennial vegetation declines, one can expect the ecology of the country to degrade (i.e., soil erosion, decreased agricultural productivity, degraded rangelands, etc.).

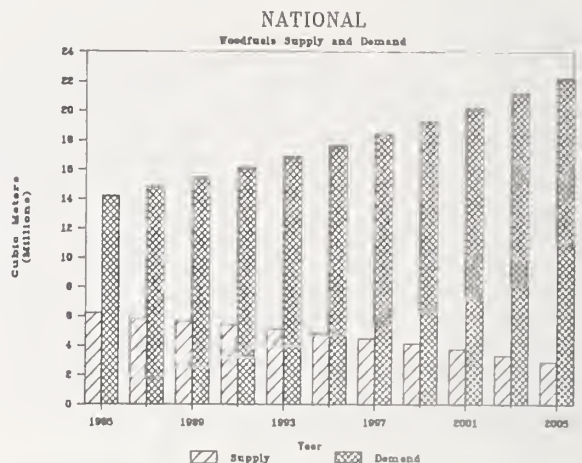


Figure 1--Base Case

Although space does not allow a presentation of all regional graphs, we would like to emphasize their importance for assessing the nuances of regional differences. The Moyen Atlas Central, for example, is the only region in which there was an initial surplus. However, with time even this is expected to shift. The Moyen Atlas Central is a highly forested area of a country that is only 7% forested. By contrast, the Chaouia and the Saharienne regional differences indicate the need to know more about the kinds of fuels being used by the average rural family.



## Effects of Investment Programs on Supply and Demand Balances

INVEST is an interactive program that was designed to work in tandem with FRAP in order to test investment scenarios under sensitivity analysis. With this program, 9 different investment program for each region may be created by the user. We have tested several different scenarios.

### Supply Measures

National Reforestation Plan -- The first intervention tested was based on the National Reforestation Plan, which calls for the reforestation of 22,000 ha each year. The results of the Reforestation Case (Figure 2) indicate that this reforestation activity will have little significant impact on the overall projected national deficit as seen by comparing Figure 2 with Figure 1 (Base Case).

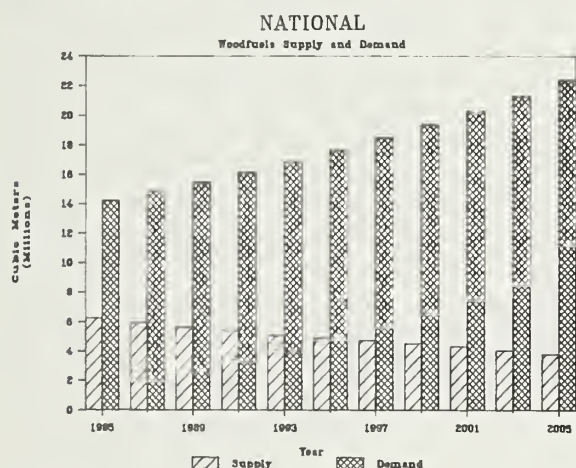


Figure 2--National Reforestation Program

Modified Reforestation Plan -- The reforested areas of Morocco are not generally managed for fuelwood. If they were, the production time could be cut in half and the productivity could also be increased. Improvements that could be made to increase productivity and shorten production time include using closer spacing and cutting at shorter intervals with subsequent cuttings being from the coppice material. We have run another scenario based on the National Reforestation Plan, but using improved technology for fuelwood production. In this scenario we have shortened the production time from 7 years to 4 years (time of first cut after planting), and increased the productivity from 4.5 M3 to 7M3 (which we consider conservative, even in semi-arid Morocco). The number of hectares to be planted in each region remains the same. Under these improved conditions the national projections (Figure 3) indicate that the decline in yield (forests) is stopped. The level of fuelwood supply continues at about the same level throughout the 20 year projection, even as the population and consumption for fuelwood continues to climb.

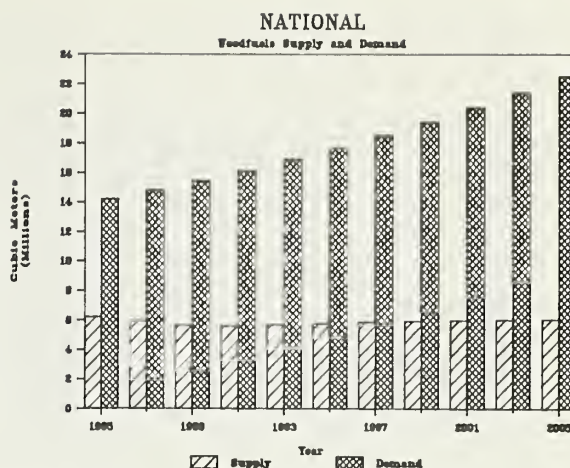


Figure 3--Modified Reforestation Program

### Demand Management Measures

Two types of demand investment options were considered: stoves efficiency improvement and substitution of non-woodfuels (butane, kerosene, biomass, renewables, etc.). Several cases were run to test the impact at different rates of stove diffusion, various levels of efficiency, and alternative start and end dates for dissemination programs.

Improved Woodstoves Case -- The improved woodstove case runs are not necessarily tied to either massive stoves or portable commercialized woodstoves. That choice should be based on market acceptance and dissemination efficiency. In the woodstoves case, dissemination begins in Year 1 and continues through Year 20. Conversion efficiency for the new stoves is put at 20%, which is double that assumed for the traditional three-stone stove. Finally, the case tested attempts to achieve full saturation of all households using wood for cooking in ten to fifteen years (it varies by region). This admittedly drastic assumption is used to demonstrate the potential -- and limitations -- of stoves programs rather than to define a realistic policy objective.

Figure 4 shows the National graph for this case. At first glance, there appears to be little perceptible change from the National Base Case (Figure 1). However, a more careful review is warranted. Note that Base Case Demand reaches about 22.3 million m3 in 2005, while in the woodstoves case demand in that year is less than 18.5 million. The upward slope of the demand curve remains lower throughout in the stoves case. Overall, however, the effect of improved stoves is limited in the national case because urban charcoal use, and all non-cooking uses of wood (including heating, lighting, commerce and industry and non-energy uses) remain unaffected, and because population growth continually offsets a portion of the gain.



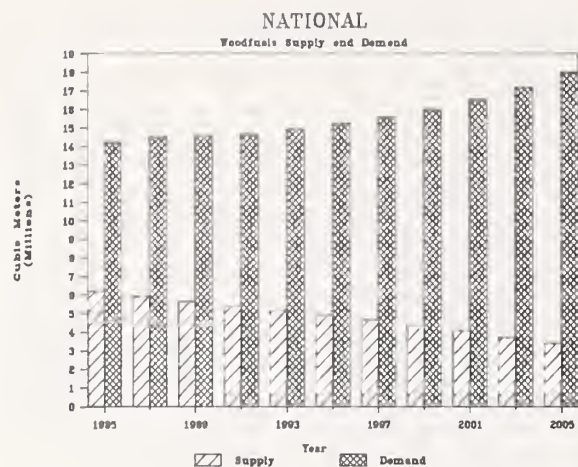


Figure 4--Woodstoves Program

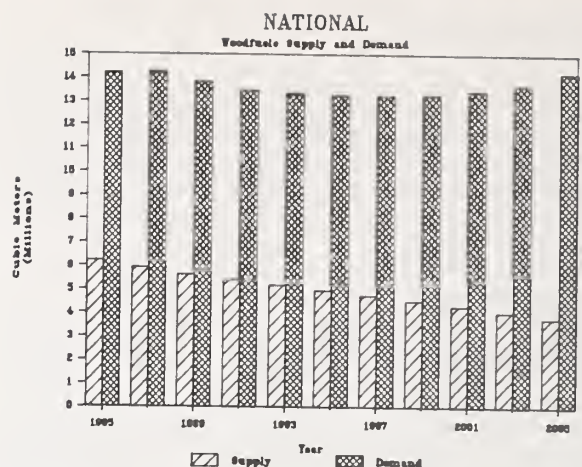


Figure 5--Substitution Program

Substitution for Woodstoves -- Butane consumption in Morocco has seen a 14% annual growth rate in recent years. This is well in excess of the rate of urbanization (4.5%-5.5%). The difference is either attributable to greater per capita consumption among existing users or to substitution of butane for some other fuel (possibly including wood and charcoal). Recent World Bank Energy Assessments for a number of countries have found the financial costs of kerosene to be lower than the financial cost of wood in many urban areas, if conversion efficiencies are taken into account (i.e. the financial cost of "net useful energy" is lower). It is also widely recognized that in semi-arid areas the economic value of wood exceeds its financial cost (retail price) when wood is collected from the forest as a free good. Finally, there is increasing documentation of the fact that loss of tree cover has a negative long term impact on soil fertility, by increasing susceptibility to wind and water erosion and by reducing the nutrient cycling function of roots and leaves. Therefore, it is becoming increasingly relevant to evaluate the tradeoffs between negative agricultural and environmental impacts of deforestation, on the one hand, and the cost of substitute fuels on the other hand (especially imported fuels, use of which requires scarce foreign exchange).

The substitution case considered here has the same start year as the improved woodstoves case, and assumes the same annual rate of dissemination. The case assumes that only households which use or are projected to use wood stoves switch to substitute fuels. Charcoal users remain unaffected. Once 100% saturation is achieved in a given region, further dissemination is limited to the number necessary to maintain saturation. In the National graph (Figure 5), demand declines from 22.3 million m<sup>3</sup> to 14.5 m<sup>3</sup> when compared with the base case.

By studying the regional differences in changes of the supply and demand curves, a number of complex relationships are found to determine the rate at which demand declines, the level at which it resumes growth and the size of the proportional impact in each region. These include the relative size of urban and rural population, the number and share of wood using households in both urban and rural areas, and whether non-wood users use other woodfuels (such as charcoal), or non-woodfuels, such as dung and butane. For most regions it was found that: i) even when full saturation is achieved, the impact is not sufficient to bring and keep demand below annual supply; ii) eventually demand resumes its upward slope, once all wood using families switch fuels; iii) the resumed upward slope is because charcoal use, non-cooking wood and charcoal use (including industry/commerce, heating and lighting) and non-energy wood use (such as construction) continue to grow. The level of demand when full saturation is achieved is a measure of the size of demand which is explained by factors other than wood used in cooking.

An interesting result can be seen in comparing the end-year supply number in Figures 1 and 5. While it is barely noticeable in the graphs, the FRAP tables confirm that the end-year supply in the stoves case is approximately 15% higher than in the base case, despite the fact that no tree planting takes place in this case. This "induced supply" effect occurs because lower demand reduces the rate of deforestation, allowing both stand volumes and yields (supply) to remain higher.

#### Moving From Scenarios to Strategies

A combined and integrated case is now constructed as an example of a very preliminary step in moving from cases run simply to demonstrate potential impact, towards formulation of more realistic policies. Careful analysis of the impacts of the previous scenarios, along with comparative graphs showing relative wood

and charcoal use by region (which FRAP generates) provides a starting point in calibrating an investment strategy. In particular we note a highly uneven distribution of wood and charcoal use by region, depending largely on the degree of urbanization. Clearly, an appropriate strategy will be articulated on a region-by-region basis, rather than for the country as a whole.

The initial "integrated case," which is presented in Figure 6, is composed of the following interventions and related assumptions:

i) The number of wood and charcoal stoves spread in each region is a function of the number of wood and charcoal using households (calculated for each year by FRAP). The rates of penetration are lower than used in the wood-stoves case.

ii) The substitution program now displaces both wood and charcoal stoves. The number of each type of stove displaced is put at half the number of improved stoves of each type being spread. When saturation is approached and the sum of the improved and substitution stoves exceeds the number of remaining traditional stove users, FRAP gives precedence to substitution. Furthermore, saturation is maintained thereafter through substitution rather than through the spread of improved stoves.

iii) A charcoal kiln improvement program is projected to achieve saturation over twenty years.

iv) The National Reforestation Program is implemented without modifications (i.e., 22,000 ha/yr).

Two major tasks, each with related subtasks, stand out in this process:

- o database refinement
  - field observation and surveys
  - establishing and refining current year estimates
  - making base case projections
- o development of national policy and investment strategies
  - definition and costing of projects
  - impact assessment of projects and combinations of projects
  - comparison of cost versus impact of alternative strategies

The combination of the FRAP and INVEST models attempts to duplicate this process, and allows planners a tool to facilitate the very complex task of making technically accurate projects and sensitivity analyses. The quality of the results, however, depends on the success with which the overall effort -- of which the modeling effort is only a part -- takes place.

By way of conclusion, we will illustrate some of the more useful (for planning purposes) insights into the Moroccan situation that have surfaced as FRAP has guided us through this planning exercise.

i) With the exception of only one region, woodfuels shortages and forest degradation will become severe in every region if no corrective action is taken. Better estimates of the input variables over time may change the intensity of this conclusion, but are not likely to render it invalid.

ii) Reforestation programs will have a limited impact at the national level, but the impact in specific regions can be substantial. The value of reforestation should not be confused with its impact on supply-demand balances, however. In appropriate form it can play a major role in the critical task of soil protection and environmental stabilization.

iii) Demand management programs can cause significant reductions in demand and in the supply-demand deficit. Improved stoves programs for wood and charcoal, fuel substitution and kiln improvement all have an important future role to play. Demand management is the most cost effective way of reducing the deficit. Each improved woodstove put into regular use produces an annual wood savings about equal to the annual yield from a hectare of forest plantation.

iv) Charcoal use results in much greater wood consumption than equivalent end-use of wood, because such a high proportion of calorific value of wood is lost in conversion to charcoal. Improved kiln and charcoal stove efficiency therefore has a rapid payback.

v) Successful demand management measures will, in many instances, have a sizable "induced supply" effect. In many of the regions, the "induced supply" from an improved stoves program was greater than the impact on supply from reforestation programs.

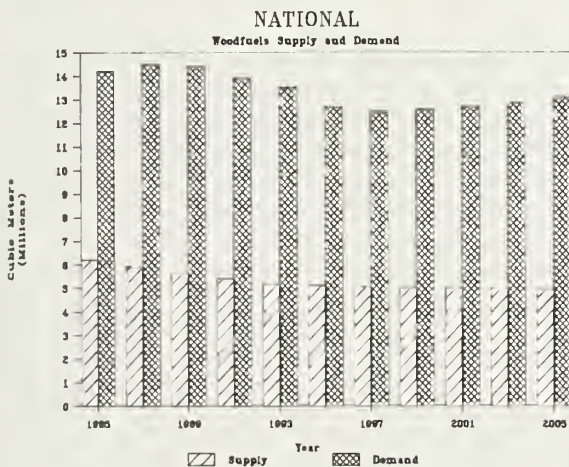


Figure 6--Integrated Case

#### Relevance To National Policy and Conclusions

Literally thousands of alternative cases and combinations of cases can be run once the data base has been input into the FRAP tables. The process of improving national woodfuels and energy planning, however, requires an interactive process in which those cases which shed light on relevant and realistic policy objectives are systematically tested and compared.



vi) Non-cooking and non-energy demand for wood comprises an important percent of total consumption. It may be higher than 50% of the total annual yield from existing forests in certain regions. This demand should not be overlooked.

vii) A successful national woodfuels strategy is likely to require a mix of interventions. Each intervention may have a different time pattern. Forestry projects will take 6 to 7 years to reach production while stoves programs can begin sooner. In certain regions, substitution on a large scale is already taking place, while in other regions it will require a much longer lead time.

#### References

1. E/DI. User's Manual For the Forest Resource Analysis and Planning (FRAP) Model -- Release 2.0. E/DI, 1015 18th Street, N.W., Suite 802, Washington, D.C. 20036. 1986

2. Kirmse, R. D.; Shaikh, A. M. An application of the FRAP model to assess and project the fuelwood supply and demand situation in Morocco, and to investigate intervention options. Prepared for U.S. AID, Rabat, Morocco. 1986



---

**Abstract--** A systems model of national land use is used to explain the causes of deforestation in the humid tropics. It indicates that future trends in deforestation will depend largely upon processes in the agricultural sector. Two alternative scenarios projected with a derived model show total annual deforestation rates falling from 4.1-6.6 ha.10<sup>6</sup> to 0.9-3.7 ha.10<sup>6</sup> between 1980 and 2020.

---

## Introduction

Much concern has been expressed in recent years about the scale of tropical deforestation and possible repercussions, such as the loss of potentially economic plant species (many of which have not been catalogued), and climatic change due to higher levels of atmospheric carbon dioxide from the burning of biomass and the consequent "Greenhouse Effect" (Grainger, 1980). Unchecked tropical deforestation is also in the long run disadvantageous to tropical countries themselves because it depletes valuable forest resources and causes extensive soil erosion on lands unsuitable for sustainable agriculture.

However, many people in tropical countries do not see deforestation as a problem but as a perfectly natural way of increasing agricultural production. While deforestation is inevitable to some degree because of expanding populations and the fact that so much land is still covered by forest, there are two main reasons why the scale of the problem is not fully recognised in the tropics: first, poor interaction between government agricultural and forestry departments; second, lack of joint planning of land use trends desirable to both sectors and in the long-term interests of the country as a whole. The aim of this paper is to contribute to improved dialogue and planning by presenting a model of national land use in which deforestation is seen as a process linking the agricultural and forest sectors.

The model enables planners in one sector to identify the effects of their actions on the other sector, and also aims to improve understanding of deforestation. While the model is still in the process of development as far as its ability to provide reliable quantitative output is concerned, a simpler model has been designed using the same principles and the paper reports the results of two long-term deforestation scenarios for 43 countries in the humid tropics.

## The Causes Of Deforestation

Until now there has been a surprising absence of objective studies of tropical deforestation, yet if we want to be able to control deforestation we surely need to know far more about what causes it. Deforestation in the humid tropics is one of the major land use transitions of our time and deserves to be accorded its rightful status as a subject of scientific study.

The model in this paper is based upon a detailed analysis of the causes of deforestation reported elsewhere (Grainger, 1986). According to the conceptual approach taken in that analysis deforestation is said to be caused by two main types of factors: first, the basic socio-economic "mechanisms of deforestation", such as growth in population and per capita income; second, the forms of land use by which these mechanisms are translated into forest clearance. The hypothesis is that different land uses, called "types of forest exploitation", have different degrees of impact upon the forest in space and time, and in turn result from different combinations of mechanisms of deforestation. In Grainger (1986) the significance of different mechanisms of deforestation is shown by international cross-sectional correlation analysis and the characteristics of different types of forest exploitation are illustrated by reference to research in Borneo.

---

1. Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2. Alan Grainger is Gilbert F. White Fellow, Resources for the Future, Washington D.C.

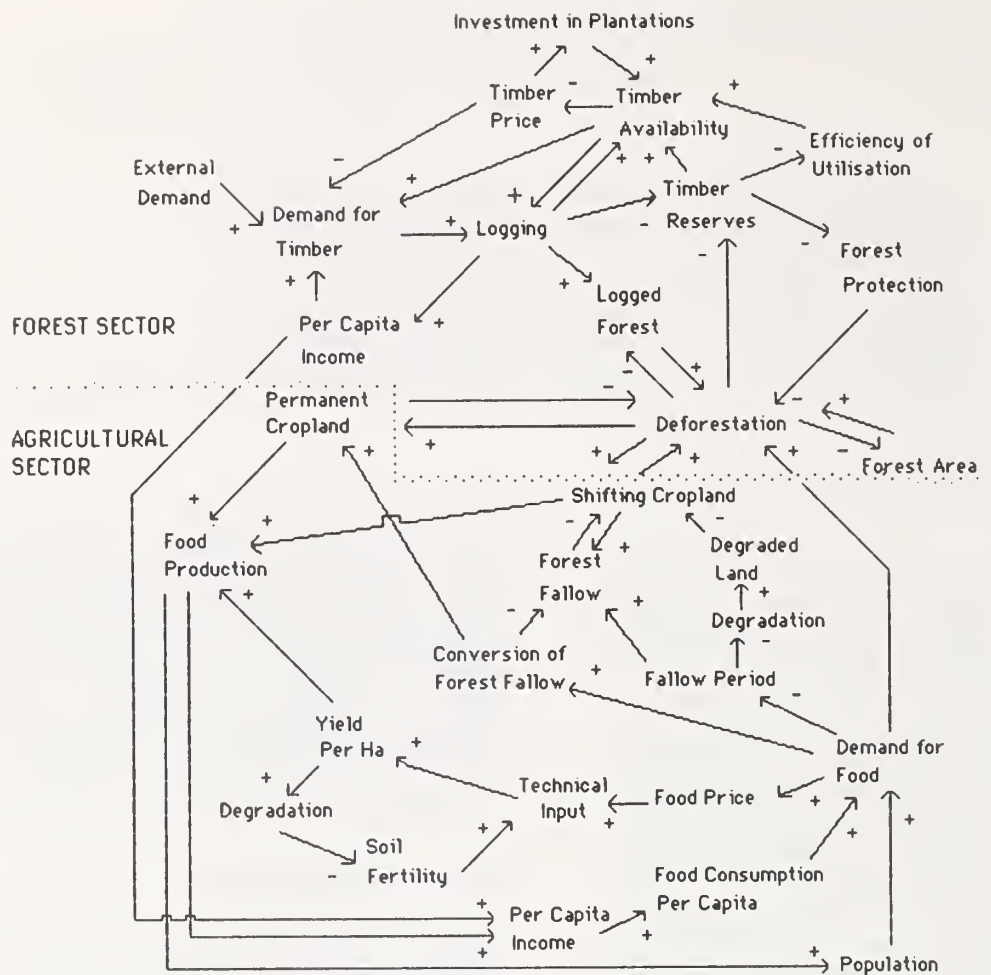


Figure 1--Causal loop diagram of a national land use model for a country in the humid tropics

### A National Land Use Model

The basic structure of a national land use model for the humid tropics is shown in figure 1 as a causal loop diagram using the nomenclature of system dynamics (Richardson and Pugh, 1981). Arrows labelled with a "+" sign indicate that a rise (fall) in one variable leads to a rise (fall) in the other. Arrows labelled with a "-" sign indicate that a rise (fall) in one variable leads to a fall (rise) in the other. They correspond to positive and negative feedback respectively. Simulation modelling is most suitable for the study of closed systems like national land use, limited by fixed geographical boundaries, since the behaviour of such systems is mainly dependent upon their basic structure rather than upon numerous exogenous variables.

Two major interconnected loops describe the forest and agricultural sectors which are "driven" by rising demand for wood and food as population and income per capita increase.

Higher demand for food can be met by an increase in either area or intensity of one or both of shifting or permanent cultivation, with differing forest impacts for each option. Deforestation occurs as forest is cleared to increase cropland area.

### Forest Sector

There are two positive feedback loops. In the first loop, demand for timber leads to logging; this increases the general availability of timber, lowers the price and encourages an increase in demand. In the second loop, logging increases employment creation, domestic sales and exports, and thereby average per capita income, further increasing domestic demand.

Balancing these are two negative feedback loops which become significant in the intermediate and later stages of exploitation. First, an increase in logging leads to a decrease in timber reserves, reducing availability, raising price and reducing demand and logging activity.



Second, the rise in the area of logged forest improves accessibility and encourages deforestation, which reduces reserves and contributes to the trend due to the former loop.

Three other negative feedback loops lead to: an increase in forest protection as reserves are exhausted; an increase in the efficiency of utilisation (e.g. due to wider use of secondary species) that offsets the decline in timber availability; an incentive to invest in intensive plantations once prices have risen sufficiently to make them economically feasible. Growth in the forest sector and depletion of timber reserves are therefore, in theory, subject to control by these negative feedback loops. If they are only partly operative, as is likely to be the case for a considerable period during logging of old growth forest, the positive feedback loop will tend to drive the sector towards depletion.

### Agricultural Sector

This sector is driven by two pairs of feedback loops in which increased demand for food owing to rising population and per capita income is met by increasing production from shifting and permanent cultivation respectively. In each pair of loops production can increase either by an increase in cropland area or in cropping intensity. These two options dominate the development of land use in a country and have a great influence upon trends in deforestation.

Pure economic growth would increase per capita food consumption and favour investment in the permanent cultivation of traded, rather than subsistence food crops, and various non-food cash crops. Pure population growth would, it is assumed, favour expansion of shifting cultivation. What actually occurs is a mixture of economic and population growth and hence, initially at least, expansion of both shifting and permanent cultivation, but at different rates. Cropping becomes more intensive with rising population density and the need to support more people on the same area of land, or with rising per capita income which allows investment in more productive farming systems. Shifting cultivation is a relatively extensive form of land use; but can be made more intensive by reducing fallow periods or increasing the number of crops grown before fallowing. Growth in national income, on the other hand, can lead to continuing investment in agriculture and higher yields per hectare.

The positive feedback loops causing increased food production are controlled by a number of negative feedback loops. Increasing cropping

intensity in both shifting and permanent cultivation risks declining soil fertility and increased land degradation if output exceeds that allowed by land suitability and technical inputs. As fertility and yields fall there is a tendency to increase intensity still further to maintain overall production levels, and the result is further degradation and eventual abandonment of farmland. The fall in food production could ultimately reduce population by either migration or starvation. However, for permanent cultivation only, another negative feedback loop causes higher price rises resulting from food shortages to lead to investment in technical inputs, e.g. increased use of fertilisers and soil conservation, to restore soil fertility and food production to former levels.

The crucial factor determining trends in land use (and thus forest cover) is the way in which rising food production is shared between shifting and permanent cultivation and between increased intensity and increased area. Pure shifting cultivation would expand with population, clearing forest as allowed by accessibility, and become more intensive only under the constraints of growing population density and lack of further forest to clear. The balance to be struck would therefore be one between current areas under cultivation and forest fallow. Logging activities can, in some areas, cause shifting cultivation to become more confined while in others it expands because of the assistance of logging roads.

Pure permanent cultivation would expand according to a more complex potential surface determined by food prices, proximity to markets and communications, and soil fertility. The level of food production would be determined by the yields available from different farmlands under traditional agricultural systems and as increased by the application of technical inputs (the latter depending upon prices and availability of investment capital to support production at those prices). Forest land would be cleared, but land would also be taken from forest fallow, and hence reduce the extent of shifting cultivation. Rising production from permanent cultivation (owing to both increased cropland and yield per ha) would feed back to reduce deforestation rates and even cause net transfers of inferior cropland back to forest. However, as permanent cultivation expands at the expense of shifting cultivation, the latter is likely to become more intensive so that declining yields will cause further encroachment into forests. This process also represents the migration of landless people from intensive agricultural areas



to become encroaching cultivators in other areas. Inadequate technical inputs to sustain a given intensity of permanent cultivation, or cultivation of poor quality lands, would also lead to degradation and further deforestation.

#### Time Dependence

Systems diagrams show the feedback mechanisms in a system but do not discriminate between the time dependences of different loops. System behaviour depends upon the way in which all feedback loops combine at any one time and is influenced by changes in the relative dominance of different loops.

The forest sector is very susceptible to delays before management decisions are taken. Thus, when concern about depleted forest resources becomes serious enough to prompt the establishment of plantations and increase forest protection it may be too late to avoid a significant shortfall in removals for a considerable period. Agriculture can respond on a much shorter time scale, but the way in which the balance changes between different types of agricultural practices will be subject to lags, e.g. the speed of the transition from shifting to permanent agriculture will be hampered by cultural factors and availability of capital for investment in sustainable permanent agriculture.

#### The Forestry/Agriculture Interface

Population Growth and GNP Per Capita Growth are the main driving forces for both forest and agricultural sectors. The interface between the two sectors is quite narrow. The portion of the interface involving material flows is that concerned with the transfer of forest land to cropland with the increased vulnerability of logged forest encouraging deforestation. The other part of the interface consists of revenue from logging, log processing and forest products exports which feeds back to GNP Per Capita, helping to increase Food Consumption Per Capita and hence the demand for new cropland.

#### Long Term Trends in Deforestation

The model suggests that perfect control of forest area and deforestation is possible in the forest sector by positive protection and management measures but, in the absence of such measures, logging operations catalyse deforestation and forest area is essentially dependent upon the complex set of processes in the agricultural sector, especially the interaction between shifting and permanent cultivation.

Since deforestation will rise with population and per capita income, it can occur in both high income and low income conditions, as virgin forest soils are attractive for new permanent cultivation while shifting cultivation is very demanding of land. Total cropland area will grow relative to forest fallow and forest area as national population and income increase, with a significant part of the increase in the form of permanently cultivated land (GNP Per Capita usually has a positive growth rate).

The annual area cropped by shifting cultivators may not increase as rapidly, and as forest fallows are converted to other purposes and population density increases the same area is cropped more intensively and rotation periods decline. Shifting cultivation becomes increasingly inadequate as a source of food and permanent cultivation becomes dominant and indeed vital to supply the needs of growing urban populations. Thus permanent cultivation takes a growing share of annual deforestation which therefore becomes increasingly subject to government planning control. Eventually, given a stabilizing population and sufficient growth in income and technical inputs, deforestation will tail off and yield per ha increase to a such a level that cultivation concentrates on the most highly productive lands with no further need for new cropland.

Two factors make the likely scenarios less certain than sketched here. First, the instability of permanent and highly intensive shifting cultivation on poor quality soils could cause further deforestation. Second, while migration from rural to urban areas would favour intensification of permanent cultivation as farm labour became scarcer, the reverse migration from overpopulated cities is a growing problem in the tropics and an important cause of deforestation in countries such as Brazil and Indonesia. The effects of these two factors will depend upon the ability of governments to provide sustained economic growth and ensure not only the creation of jobs in urban areas but also continued investment in the rural sector.

The main conclusion to be drawn from this analysis is that future trends in deforestation will most probably be determined by the way in which processes in the agricultural sector move towards equilibrium. This has major implications for strategies intended to bring deforestation under control since it indicates that the focus of action should be in the agricultural sector, rather than in the forest sector as in previous strategies e.g. those of FAO (1985) and World Resources Institute (1985).

## Implementing The Model

The national land use model represents the first results of a long-term research project in modelling deforestation. Nevertheless, it does help to improve our understanding of the various processes contributing to deforestation and provide a basis for strategy meetings to determine joint approaches to land use policy by agriculture and forestry departments.

However, the model cannot at this preliminary stage be used for quantitative work at national or international level since this would require specification of a large number of functional relationships implicit in the model. Further field research into deforestation is planned to fill this gap but in the meantime a much simpler model, using the basic principles of the systems model, has been formulated and tested with the express objective of simulating possible scenarios for long-term rates of tropical deforestation.

### A Model For Forecasting Trends In Deforestation

#### Model Structure

The national land use systems model contained two main driving forces, population and per capita income. These respectively led to rises in demand for food and food consumption per capita, and to an expansion of cropland and investment in technical inputs to permanent agriculture (increasing yield per ha). Cropland expansion took place at the expense of forests, either under the relatively extensive shifting cultivation or the relatively intensive permanent cultivation.

Table 1-- Assumed increases in per capita food consumption ( $\alpha$ ) and yield per ha ( $\beta$ ) (%.a<sup>-1</sup>)

	High Scenario			Low Scenario		
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha-\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha-\beta$
Africa	0.5	1.0	-0.5	0.0	1.0	-1.0
Asia-Pac	1.5	1.5	0.0	1.5	2.0	-0.5
L. America	1.5	2.0	-0.5	0.5	1.5	-1.0

Table 2--Values of  $\alpha-\beta$  for selected countries

	High Scenario	Low Scenario
Gabon	-0.2	-0.5
Madagascar	-1.0	-1.5
Brazil	-0.5	-0.8
Colombia	-0.5	-0.8
French Guiana	+0.5	-1.0

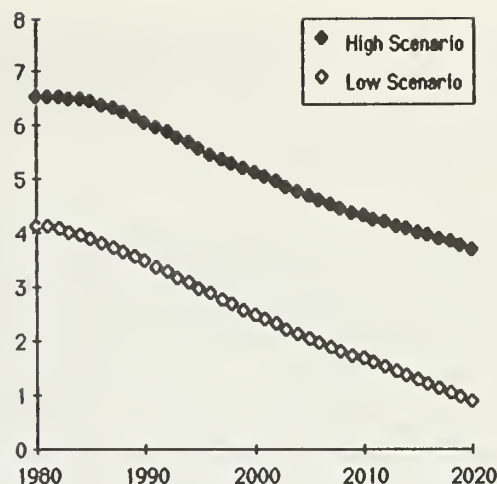


Figure 2--Two scenarios for deforestation rates in the humid tropics 1980-2020 (ha.10<sup>6</sup>.a<sup>-1</sup>)

A simpler model was designed, using these principles. Farmland area  $A$  varies as a function of population, per capita food consumption and yield per ha. Population grows logistically, initially at average 1970-80 rates, but only up to a limit of  $P_{max}$ , the hypothetical estimated stable population (World Bank, 1982). If the annual growth rates of population, per capita food consumption and yield per ha are  $\pi$ ,  $\alpha$  and  $\beta$  respectively, and  $k_1$ ,  $k_2$  are constants, the area of farmland  $A$  in year  $t$  is given by:

$$1. \quad A_t = \frac{k_2 \cdot P_{max} \cdot e^{(\alpha-\beta)t}}{(1 + k_1 \cdot e^{-\pi t})}$$

"Farmland" includes both cropland and permanent pasture. The values of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\alpha-\beta$  used for the "Low" and "High" deforestation scenarios tested (table 1) were estimated on the basis of average regional values for 1970-80. Deforestation rates are normally equal to the additional area of farmland required each year. However, since all countries are expected to retain a certain minimum area of forest it is assumed that deforestation will become zero when forest area per capita reaches 0.1 ha.c<sup>-1</sup> (an arbitrary limit estimated by empirical analysis), after which increased food production is only gained by raising yield per ha and obtaining extra farmland from non-forest land.

#### Results of Simulations

The model was simulated for 43 countries in the humid tropics between 1980 and 2020. Standard values of  $\alpha-\beta$  were modified for five



countries (table 2) since they gave deforestation rates thought to be too low for Gabon and French Guiana, too high for Madagascar, and with too wide a spread between Low and High Scenarios for Brazil and Colombia.

The annual rate of deforestation for the humid tropics fell in the High Scenario from 6.6 to 3.7 ha.10<sup>6</sup> between 1980 and 2020 (table 3, fig. 2) and in the Low Scenario from 4.1 to 0.9 ha.10<sup>6</sup>. In both scenarios a substantial area of tropical moist forest remained in 2020 (table 4): 831 ha.10<sup>6</sup> in the High Scenario (a fall of 20%) and 936 ha.10<sup>6</sup> in the Low Scenario (a fall of less than 10%). The 1980 deforestation rates of 4.1-6.6 ha.10<sup>6</sup> compared well with FAO estimates of 5.6 ha.10<sup>6</sup> for those 43 countries (Lanly, 1981).

Table 3--Regional trends in deforestation rates (ha.10<sup>6</sup>.a<sup>-1</sup>)

	High Scenario			Low Scenario		
	1980	2000	2020	1980	2000	2020
Africa	1.6	1.2	0.9	1.0	0.7	0.4
Asia-Pac	1.7	1.2	1.1	1.1	0.7	0.4
L. America	3.3	2.7	1.7	2.0	1.1	0.0
Total	6.6	5.1	3.7	4.1	2.5	0.9

Table 4--Regional trends in forest area (ha.10<sup>6</sup>)

	High Scenario			Low Scenario		
	1980	2000	2020	1980	2000	2020
Africa	198.9	170.3	151.6	198.9	181.1	170.1
Asia-Pac	239.4	209.5	185.8	239.4	220.8	210.2
L. America	598.0	537.5	493.8	598.0	566.7	555.8
Total	1036.3	917.2	831.1	1036.3	968.7	936.1

Thus with a fairly modest growth in average yield per ha, and no forest protection except in countries for which forest area per capita is below 0.1 ha, deforestation rates could fall considerably over the next forty years and the decline in forest area may not be as great as some have feared. However, actual rates could exceed those in the High Scenario if agricultural productivity does not increase as rapidly as predicted or if substantial feedback occurs between logging and deforestation.

This simple model could be used in its present form as a planning tool at national level- in fact all the projections in tables 3 and 4 are aggregates of individual national projections. The model could be implemented quite easily on most microcomputers using a spreadsheet programme.

## Conclusions

Adopting a systems approach to modelling land use in the humid tropics gives some idea of the complexity of forces influencing deforestation. In the absence of firm forest management, protection and conservation measures future trends in deforestation appear to be largely dependent upon processes in the agricultural sector, which would therefore appear to be the best focus for efforts to control deforestation. This would therefore demand a radically different strategy compared with those attempted previously.

This would naturally require the cooperation of agriculture departments and the ability to "speak a common language" with their forestry colleagues. The systems model can contribute to achieving such a dialogue because, unusually for a study in this field, it looks at the problem of deforestation from both points of view. However, considerable research will be required before the model can be made operational in a quantitative form.

A simple simulation model based upon the systems approach showed that, even assuming continued population growth, there is a prospect that deforestation rates could start to decline provided that sufficient investment is directed to the agricultural sector in order to improve the productivity of the lands most suitable for sustained cropping.

## Literature Cited

1. FAO. Tropical forestry action plan. FAO Committee on Forest Development in the Tropics. Rome; 1985.
2. Grainger, A. The state of the world's tropical forests. *The Ecologist* 10: 6-54; 1980.
3. Grainger, A. Quantifying changes in forest cover in the humid tropics: overcoming current limitations. *Journal of World Forest Resource Management* 1: 3-63; 1984.
4. Grainger, A. The future role of the tropical rain forests in the world forest economy. D. Phil. Thesis, University of Oxford; 1986.
5. Lanly, J.P. Tropical forest resources assessment project (GEMS): tropical africa, tropical asia, tropical america. 4 Vols. Rome: FAO/UNEP; 1981.
6. Richardson, G.P.; Pugh, A.L. Introduction to system dynamics modeling with Dynamo. Cambridge Mass: MIT Press; 1981.
7. World Bank. World development report 1982. Washington D.C.; 1982.
8. World Resources Institute. Tropical forests: a call for action. Washington; 1985.



## RELATORIA DE LA SESION TECNICA GRUPO "B"

**MODERADOR:** Ing. Manuel de los Santos Valadéz

**RELATOR:** Ing. Sergio M. Varela Hernández.

Dentro de la temática establecida para esta Conferencia Internacional y Reunión de Trabajo, la sesión del Grupo "B" correspondiente al "Análisis y Planes de Desarrollo" básicamente analizó el uso de modelos matemáticos como herramienta fundamental en los procesos de planeación y en la toma de decisiones para el manejo de los recursos forestales.

Se analizaron casos específicos tanto de modelos de proyección, como de simulación, regionales, -- por proyecto, así como modelos concretos para un determinado recurso. En el desarrollo de la sesión se pudo apreciar que día a día el empleo de estos modelos es mayor, además que se realizan bajo criterios más selectivos. Por otra parte los conceptos que intervienen en su composición, rebasan a los ya tradicionales y tienen que ver más -- con su entorno como es el caso del agua, la agricultura, la ganadería, los factores sociales, económicos y antropológicos, así como los posibles -- impactos en otros recursos a consecuencia de las acciones que se proyectan realizar en el recurso forestal.

Como complemento se planteó el análisis de las -- interrelaciones que se presentan tanto en los componentes de los ecosistemas, como con su entorno.

Con la información señalada se busca que una vez desarrollados los modelos, se disponga de elementos de planeación más confiables para que las decisiones que se adopten tengan mayores expectativas de éxito en su aplicación práctica.

Para el desarrollo de la sesión de trabajo se presentaron ocho conferencias de tipo conceptual que trataron ampliamente el tema y cinco relativas a casos específicos.

El Dr. Thomas Hamilton Expuso el tema "Estimación de las Interacciones de Recursos Múltiples Regionales", en ausencia de su autor el Dr. Thomas W. Hoekstra; hizo referencia al proceso que es deseable seguir para la adecuada planeación del manejo del medioambiente y señaló como paso fundamental de este proceso el diseño y la integración de modelos de proyección acerca de los efectos y la -- la intensidad de los impactos derivados del manejo de ciertos recursos. Describe el diseño conceptual usado en un modelo de proyección donde -- considera y evalúa la interrelación de los recursos a escala regional.

Dijo que no es conveniente analizar por separado el manejo de un recurso como un elemento individual, pues al intervenir severamente, por ejemplo

una zona arbolada, se impactará al suelo, al agua, a los pastizales, al ganado, a los cuerpos de agua a los peces, a la agricultura, al mercado, a la industria, etc., de aquí la importancia de los modelos de proyección de uso múltiple y de interacción de recursos.

En las proyecciones a futuro el modelo considera: que pasa si se da un cambio de uso del suelo o de la tenencia de la tierra; que pasaría si se modifica la relación oferta-demanda de madera en el mercado nacional, en el internacional y como repercutiría en el ecosistema, etc. Asimismo señaló que los modelos a realizar deben basarse en la mayor -- información y experiencia posible, por lo tanto en nuestro caso es conveniente, iniciar con el aprovechamiento de la madera, la tierra, la fauna, el -- agua, etc.

El Dr. Piotr Paschalis presentó la conferencia "Un modelo complejo para la utilización forestal para algunos países seleccionados en el norte de África". Se refirió a un modelo para definir el aprovechamiento de la vegetación forestal considerando diversas especies productoras de materias primas. El modelo toma en cuenta la conservación del recurso, la corta de madera, la correcta administración del arbolado y previene que la desertificación -- avance. Se señalan los ajustes a los modelos para proyectar la obtención de madera a diferentes condiciones prevaletientes en Marruecos, Argelia, Túnez y Libia.

Se destacó que la principal causa de la destrucción de la vegetación en Africa es el hombre, tanto en la selva como en las zonas áridas y semiáridas. Del análisis de las alteraciones que sufre -- la vegetación, se desprende que solo se puede rescatar actuando de inmediato una vez que la degradación se manifiesta. Se indicó que es urgente la -- elaboración de un modelo de manejo del recurso forestal que asegure el aprovechamiento racional de la madera y que a su vez cumpla con sus demás funciones de proporcionar bienes y servicios. De -- aquí la importancia de que la planeación de su uso considere la aplicación de prácticas intensas de -- silvicultura y de métodos eficientes de protección.

Los propósitos fundamentales del modelo expuesto son:

- Un uso racional del recurso, tanto del volumen -- de madera que se extrae como otros productos forestales.
- Promover el intercambio tecnológico para buscar su desarrollo sin desconocer la tecnología intermedia apropiada a las condiciones locales.
- Crear las bases entre la población de la región acerca de una mayor comprensión de la importancia del recurso forestal, su cuidado y aprovechamiento.

miento así como su función como factor de desarrollo de la civilización.

El Sr. Steve Cannon expuso en su ponencia "Planeación Interdisciplinaria a Nivel de Corte (Jurado)" que en el manejo múltiple del recurso deben participar diversas especialidades de profesionales, que los niveles de planeación, toma de decisiones, normatividad y operación deben responder a una estructura piramidal, buscando que en la base se ubiquen los profesionales forestales recién egresados de las universidades. Por otra parte indica que la planeación debe cubrir los diversos niveles, desde el nacional hasta el regional o menor, donde los modelos de proyección y simulación deberán realizarse a nivel de proyecto (entre mayor desagregación será mejor).

El objetivo de los grupos interdisciplinarios es el de desarrollar y proponer una serie de alternativas realistas para la puesta en marcha de proyectos de manejo de recursos, así como de advertir acerca de los impactos sobre los recursos asociados. De aquí se deriva lo que es posible hacer y lo que no se debe hacer. Para concluir, el Sr. Cannon dijo que los servicios forestales del mundo deben tomar en cuenta que la administración forestal no debe considerar solo a los profesionales forestales ya que en los bosques además de árboles hay otros recursos.

El Dr. Warren Frayer, en su plática "Ante la falta de interés: proyecciones para el año 2000 de las tierras húmedas", nos describe un modelo de proyección que considera la tendencia de las tierras húmedas o ciénagas de los E.U. de A. a ser convertidas, cambiadas de uso, disminuidas o incrementadas. Las variantes consideradas entre otras son: superficies, tipo de ciénaga según su origen y características; proyecciones a los años 1986, 90, 95 hasta el año 2000 tomando como referencia datos de 1974; también se considera dentro de este proceso dinámico, la influencia de factores económicos, las leyes sobre conversiones, la importancia de las tierras húmedas como protectoras ecológicas y de fauna silvestre.

En el trabajo se destaca la tendencia a disminuir de las ciénagas palustres boscosas (swamps), de 49.7 millones de acres existentes en 1974 a 45.9 para el año 2000 (3.8 millones). Otras tierras húmedas cuya proyección es a reducirse son las palustres con vegetación hidrófila (freshwater) que constituyen importantes refugios de fauna migratoria. Las ciénagas cuya tendencia es de incrementar sus superficies son las tierras húmedas estuarias, las palustres sin vegetación arbustivas, y las lacustres.

Finalmente se mencionó que los resultados de los modelos aplicados constituyen proyecciones útiles para planear el uso más adecuado de estos recursos.

El Dr. Douglas M. Knudson, en su presentación "Política Dominicana de Desarrollo Forestal y Estrategias de Evaluación de Recursos" expuso una estrategia de investigación mediante la cual se obtuvieron datos para realizar trabajos de reforestación en la República Dominicana, donde los re-

ursos forestales han sido sobreexplotados, siendo el impacto muy severo en el medio ambiente dado lo abrupto de la topografía.

Los trabajos consistieron en realizar ensayos de crecimiento con diversas especies para definir -- aquellas que serán seleccionadas en proyectos de inversión en lo particular, y en lo general para conformar la política de reforestación de ese país. Se mencionó que existen las condiciones que favorecen el éxito de las plantaciones en un plazo inmediato, señalándose las siguientes: política energética congruente con las actividades de reforestación, necesidades de reducir las importaciones de madera, la conveniencia de diversificar la industria azucarera y la urgencia de controlar la grave erosión que existe en los suelos, así como el frenar el deterioro ecológico.

La investigación requirió de solo tres años para probar varias especies (6) adaptables a la gran variedad de ecosistemas que existen en el país; además se estimó el potencial de beneficios económicos que obtendrían los inversionistas en plantaciones forestales.

Señaló que las principales limitantes para la instrumentación de los proyectos es la falta de información de orden financiero y acerca de los recursos naturales. Por otra parte se dijo que la Ley de 1967 que prohíbe la corta de árboles, pudiera desestimar a los inversionistas aunque se citó que la propia Ley en su contenido abre la posibilidad de aprovechar las plantaciones.

El Dr. Knudson recomendó que las plantaciones que se establezcan deberán quedar sujetas a las siguientes prácticas culturales: control de la maleza, no pastoreo, riegos ocasionales, uso de fertilizantes en suelos pobres, así mismo sugirió que las plantaciones se realicen en terrenos de buena calidad.

La conferencia "Aprovechamiento Forestal en el Sistema de Roza-Tumba-Quema en Quintana Roo", fue elaborada conjuntamente por:

M. en C. Jesús Palma Gutiérrez.  
M. en C. Mariano Ceballos Martínez.  
Biol. Miguel A. Marmolejo Monsivais.  
Ing. Julio R. Castillo Espadas.

En esta ponencia los autores presentaron la concepción maya sobre la regeneración de la selva de Quintana Roo; así como los productos forestales que aprovechan en cada una de las 7 etapas seriales, mismas que conciben las 85 especies vegetales utilizadas, repartidas en 5 categorías de uso (forrajeras, comestibles, combustibles, construcción y maderable) lo cual representa un ejemplo de manejo forestal que responde a necesidades productivas, ecológicas y socio-culturales.

Por ser la Roza-Tumba-Quema un sistema productivo que permite la heterogeneidad ambiental, favorece directamente la diversidad de especies (tanto animales como vegetales) que evitan la degradación de las selvas; además contribuye en la obtención de proteína animal al propiciar las condiciones para la reproducción, refugio y alimentación de -



especies como el venado y el jabalí. Aunado a lo anterior el sistema de Roza-Tumba-Quema en Quintana Roo no es conflictivo con el aprovechamiento forestal típico por realizarse en sitios en donde no existen maderas preciosas. Potencialmente las etapas serales derivadas del sistema pueden ser utilizadas para el enriquecimiento de las masas forestales con especies que requieren condiciones específicas para regenerarse (Ej.: *Ramón Brosimum alicastrum*). Por último al ser el sistema Roza-Tumba-Quema parte misma de la cultura maya, toda planeación forestal y de desarrollo rural debe considerarlo para lograr un diagnóstico objetivo de las acciones a desarrollar.

Los autores señalaron la necesidad de abundar en conceptos específicos, donde los principales puntos de discusión son:

- \* Hasta que punto es posible aplicar este sistema a las diversas zonas tropicales del mundo, considerando la diversidad de condiciones ecológicas, culturales, económicas y socio-políticas que existen en éstas áreas.
- \* Que tipo de información es necesaria para realizar un aprovechamiento integral de los recursos en este sistema.
- \* Como implementar el conocimiento tradicional en los esquemas de explotación forestal y de diversificación productiva.
- \* Que especies tradicionalmente no consideradas en las explotaciones forestales deberían ser objeto de estudio sobre sus posibilidades de manejo y comercialización. (Ej.: Palmas).

Por su parte el Dr. A. M. Filius expuso la conferencia "Integración de Aspectos socioeconómicos en la evaluación de tierras, una aplicación a la forestación en el norte de Portugal", trabajo elaborado conjuntamente con el Dr. J. Dos Santos Bento. Se expusieron las actividades realizadas para la evaluación de la tierra con el objeto de conocer la aptitud de los terrenos para realizar plantaciones en una parte del Distrito de Villa Real en el norte de Portugal. Estos terrenos de propiedad común son utilizados para el pastoreo; para su evaluación fueron incorporados criterios financieros, sociales y ecológicos. Los criterios sociales tratan sobre el problema que suscita por la competencia entre el uso del suelo agrícola y silvícola. Para su análisis se integraron diversos criterios mediante una metodología llamada "Multicriteria Evaluation", en la cual se aplica la técnica denominada "Additive Weighting".

El método de evaluación de criterios múltiples considera los siguientes aspectos:

- Definición de objetivos en base al tipo de uso del suelo.
- Planteamiento previo de los criterios de evaluación y las unidades adoptadas, así como del diseño considerado.
- Efectos que se esperan.

- Dimensiones de los criterios estandarizados en base a su cuantificación.
- Asignación de valores a cada criterio considerado.
- Integración al método de criterios adicionales o agregados.

Este método (MCE) proporciona información para actividades de planeación y toma de decisiones, al ofrecer diversas alternativas de uso potencial. Para el caso expuesto se presentó una gráfica que representa al Distrito de Villa Real donde se indican dichas alternativas, quedando incluidas las áreas con posibilidades de ser forestadas.

En las conclusiones del trabajo se destacó que además de considerar los aspectos socioeconómicos y ecológicos en la evaluación de tierras, deben tomarse en cuenta los niveles tecnológicos que existen en la región y cuales serían los deseables para lograr el éxito de los proyectos por establecer.

Los criterios considerados en el modelo para la evaluación deberán seguir un ordenamiento lógico y transparente, dimensionándolos en su justo valor y peso, siendo estos comprensibles y factibles de medirse.

La subjetividad de las decisiones en la evaluación de tierras no deberán tener cabida, en cambio deberán ser expuestas específicamente.

Se recomendó la importancia de que la investigación forestal sea encaminada al desarrollo de metodologías de evaluación cuyos modelos incluyan los conceptos señalados en el trabajo.

El Dr. Robert Kirmse expuso la conferencia "Modelos de Recursos de Leña Combustible y su demanda en Marruecos como Herramienta para la Planeación Nacional". Expuso que la principal fuente de energía doméstica en Marruecos es la leña. El uso de esta biomasa más allá de la capacidad de regeneración natural está produciendo severas alteraciones sociales y ecológicas en esta región. Mediante un modelo que considera a los recursos productores de leña así como la demanda de este producto, ha sido posible identificar las principales áreas problemáticas, actuales y futuras en el país. Un análisis de sensibilidad permitió identificar las estrategias de desarrollo más prometedoras y eficientes en términos de costos.

Mediante la aplicación del modelo FRAP (Análisis y Planeación de los Recursos Forestales) se buscó definir la política y las estrategias tendientes a lograr en lo posible, asegurar el abastecimiento de energéticos a futuro, así como proteger el medio ambiente.

Se realizaron varios análisis donde se apreció y evaluó el comportamiento de la relación producción-consumo al año 2005 de criterios específicos (plantaciones, estufas rurales, sustitución por derivados del petróleo, etc.) y como pueden mejorar dicha relación.

El Dr. Robert Kirmse mencionó que el modelo además



permite proyectar a 20 años como los diversos factores considerados en el manejo impactan el medio ambiente y a otros recursos del entorno. Finalmente se concluyó que dado los grandes niveles de consumo de leña combustible no es suficiente cubrir las necesidades con plantaciones forestales, que la medida más adecuada sería la de disminuir el uso de biomasa a través de las siguientes estrategias: mayor uso de estufas rurales, sustituir paulatinamente la leña por gas o petróleo, eficientar la fabricación de carbón mediante la construcción de hornos especializados y desde luego, continuar los trabajos de reforestación de múltiples propósitos.

ADOPTING RATIONAL LAND-USE POLICIES IN THE SUDAN: A MORE PRESSING  
ISSUE THAN EVER BEFORE <sup>1/</sup>

Hassan Osman Abd El Nour <sup>2/</sup>

---

Abstract--The recent lift of food, medical and other supplies staged by international relief organizations to such countries as Ethiopia, Sudan, Chad, and Mali was to relieve drought effects rather than deal with the problems of desertification. If drought can be taken as an act of God, desertification is certainly of man's own doing. In the absence of rational land-use policies, some resources were tapped to the detriment of others. The gains made were short lived. In the end, the potential of all resources were threatened. If the human suffering and the national embarrassment we suffered in the Sudan during the last few years does not make us better plan things, what will?

---

### Introduction

Sudan is a vast country with an area of 2.5 million square kilometers. It lies between latitude 21 degrees 55 minutes North and 3 degrees 53 minutes North and longitude 21 degrees 54 minutes East and 38 degrees 30 minutes East. It is bounded on the east by the Red Sea and on the other sides by eight African nations - Ethiopia, Kenya, Uganda, Zaire, Central African Republic, Chad, Libya, and Egypt. It acceded to independence in 1956. It is administratively divided into 19 provinces which are groups into eight regions besides the national capital.

The most salient geographical feature of the country is the Nile Valley. The Blue Nile originates in the Ethiopian Highlands. The White Nile originates from the Equatorial Lakes. The two rivers and their tributaries unite at Khartoum to form the River Nile which runs north to the Mediterranean Sea.

The soil in about 60% of the country, particularly in the northeast, north, and northwest is predominately sandy. Heavy cracking clay soils form a triangular central easterly plain which makes up some 30% of the country. Red soils of different types are characteristic of the remaining southwestern portion (6).

The rainfall varies from nothing in the northern desert to more than 1500 mm in the southern tropical mixed deciduous forests.

The vegetation can be divided into seven principal types which in general follow the isohyets and form consecutive series from north to south: 1. Desert; 2. Acacia Desert Scrub; 3. Acacia Short Grass Scrub; 4. Acacia Tall Grass Scrub; 5. Broad-leaved Woodland and Forests; 6. Forest (Gallery forest, Bowl or Depression forest, and

Cloud forest); 7. Swamps and Grassland (Permanent swamps, seasonally inundated land, Grassland, Mountain Meadow). The effect of topography on vegetation is limited and confined to mountain massifs, hills, upland country and Nile Valley and its tributaries (2).

Sudan's total population in 1985 was 23 million, of which 25% was urban and the other 75% rural. Nearly 8.7% of the total population resided in the three towns making up the capital (Khartoum, Khartoum North, and Omdurman). The total population grew at an average of 2.9% per year (5).

The economy is predominately agriculture (including livestock production, forestry, and fishing), which altogether contribute to about 40% of the Gross National Product (GNP). The principal exports are primarily agricultural products. Cotton is the main export commodity, followed by oil seeds. Sudan is the world's largest producer of gum arabic.

In 1981 Sudan consumed energy equal to six million tons of oil equivalent (TOE), 82% of this was in the form of wood, charcoal and other biomass, 17% as petroleum products and 1% as hydropower. The total wood consumption for this period 1983-2000 is shown in table 1.

### Land Use

Efforts to integrate conservation in development plans began in 1942 (i.e. before development plans), when a Soil Conservation Committee was set up to report and make recommendations on the situation in Sudan with regard to soil erosion and desiccation and the availability of rural water supplies for human and animal populations. A Land-Use and Rural Water Board was set up in 1953 to advise the Council of Ministries on all aspects of Land use and rural water development. A sub-committee under the terms of reference of the board recommended the following definition of land use: Land-use means the proper use of the land for the purpose of cultivation of crops, utilization and establishment of pasture lands or forests, according to the capacity and suitability of such land, in priorities demanded by national needs and economy in such a manner as to maintain such utilized land in good heart and perpetual productivity (10).

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Dr. Hassan Osman Abd El-Nour is Professor of Forestry and Dean, College of Agricultural Studies, Khartoum Polytechnic, P.O. Box 6146 (Takamal), Khartoum, Sudan.

Table 1--Estimated consumption of wood products 1983-2000 (4). Production units are in millions of cubic meters roundwood equivalents.

Product	1983	1985	1990	1995	2000
Woodfuel	42.84	45.12	51.18	57.05	63.18
(Fuelwood)	15.79	16.30	17.49	18.28	18.59
(Charcoal)	27.05	28.82	33.69	38.77	44.59
Poles	2.14	2.26	2.56	2.86	3.16
Sawnwood	0.83	0.89	1.07	1.30	1.57
Panel Products	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05
Paper Products	0.11	0.12	0.16	0.21	0.27
Total	45.94	48.41	55.00	61.46	68.23
Domestic Supply	45.10	47.60	54.38	60.95	67.75
Forest & woodland (million ha)	94	90	85	79	73
Remaining Growing Stock	2850	2820	2750	2640	2500
Annual Allowable Cut	88	87	85	81	78
Population (millions)	21.59	22.89	26.41	30.46	35.15

If the above definition was used as a yard stick to measure actual development during the period 1955-1983, it can be clearly seen from table 2 that some resources had been developed faster than and to the detriment of others.

Over the same period (1955-1983), the animal population (cattle, goat, sheep, and camels) had risen from 15 million (8) to 50 million (3).

The number of water wells had increased three-fold during the same period.

It is thus evident that the general rapid economic and social development in Sudan is not accompanied

by sufficient forests, water, soil and game conservation measures. Parts of Sudan are being deforested at a rapid rate due primarily to the expansion of rainfed agriculture, increased demand for fuelwood (firewood and charcoal), building wood, seasonal fires and excessive grazing. Because of this, the forest-woodland area of the country has been curtailed by some 27 million hectares during the last 30 years and by more than five million hectares during the last decade alone (7). This is large scale deforestation, which is bound to have disastrous effects on water supplies, soil fertility and ultimately threatened to destroy all of Sudan's renewable resources. These negative effects have been sounded by many individuals and organizations:

Table 2--Areas under various forms of agriculture in 1000 ha.

Year	Irrigated	Mechanized Rainfed	Traditional	Woodland & Forest	Pasture Land
1955	840	420	5,000	100,625	86,400*
1983	1,860	4,150	10,900	94,000**	65,865

\* Figures for 1968.

\*\* Of that only 1.98 million ha are under various stages of preservation and only 50,000 ha are plantation forests.



Desert encroachment is a serious problem in Sudan, threatening all Nile irrigation schemes, 1.05 million hectares of pump irrigation, 2.94 million of mechanized crop farming, 75% of the world's gum arabic production, pasturage for about 10 million animal units of livestock and vast areas of woodlands. Surveys have shown that desert land advanced 90-100 kilometers within 7 years and is currently advancing at a rate of 5-6 km per year (9).

According to the same source food production has declined and continues to decline because of soil deterioration associated with desert encroachment and because of loss of land especially lands buried by sand. Production data for Kordofan Province indicate that the acreage needed to produce 73,000 tons of ground nut in 1973 was almost five times that needed in 1961, and the decrease of sesame production was approximately in the proportion of 20 to 1 during the same period. Figures for other crops and animal production are comparable.

According to the Sudan National Energy Administration (11), Sudan, since 1973 has faced (energy crises) which are growing increasingly severe. Petroleum imports are becoming more difficult to obtain as foreign exchange becomes increasingly scarce. Disruptions in and shortages of power supplies are negatively affecting the Sudanese economy as industries curtail production for want of energy or turn to self-generation thereby increasing demand on scarce petroleum resources. Rapid deforestation is causing severe short-term economic effect as the price of charcoal and wood products rises above the means of many. Its long-term soil deterioration effects seem likely to threaten the agricultural base of many productive provinces.

Some of these prophecies came true sooner and in a more dramatic way than predicted. Drought, which affected most parts of the Sudan in 1984 caused substantial crop failure and animal mortality. The same phenomenon coupled with political strife in neighboring countries caused an influx of some 1.5 million environmental and political refugees into the Sudan. The food shortage, depravation and sheer hardship left some 8 million Sudanese on the verge of famine and displaced 1.5 million others.

## Outlook

All indications are that:

1. The present trend of horizontal mechanized and traditional rainfed agricultural expansion is likely to continue in most parts of the country.
2. The country's consumption of wood for fuel is likely to continue and at a higher per capita than at present.
3. The combined effect of these two assumptions will worsen the present ecological imbalance and degradation of natural resources.

## Options and Actions Needed

1. In view of the hardship, depravation, food shortage, malnutrition and human mortality recently experienced by the Sudanese people and the resultant national embarrassment of having to be fed rather than feeding others, the need for integrated land use planning and management policy called for earlier (1) is now more pressing than ever before.

This would require a high level central commission to advise the government on development plans involving natural resources. In such a commission, all units charged with land-use and management should be represented. Such an arrangement can:

- a. Ensure proper classification of land and its allocation to various sectors, according to suitability and capacity.
- b. Ensure synchronization of projected plans between such land using units as mechanized farming and forestry to salvage the wood on areas destined for agricultural development.
- c. Enforce protective measures by leaving tree strips around agricultural schemes and enhance production by enforcing afforestation of land unsuitable for cropping within agricultural schemes.
- d. Work out a proper rotation system whereby rainfed agricultural land which is deemed to have lost its fertility judged by an agreed upon productivity level is reverted back to forestry.
- e. Allocate available development funds in this sector according to national priorities.

2. More investment in forestry. This is to:

- a. Inventory the forest resource of the country, survey the needs of the country for direct and indirect forest benefits and draw up a development plan for the resource accordingly.
- b. Improve current methods of charcoal production and domestic utilization thereof through the introduction of improved cooking methods and stoves.
- c. Arrest desert encroachment and rehabilitate areas affected by it.
- d. Create a viable extension service to enhance such relevant concepts as environmental awareness, community participation in afforestation, free planting, and forest protection.

#### A Glimpse of Hope

Numerous activities are currently being undertaken by the Sudanese people and government, together with international organizations and aid agencies to address the environmental problems of the Sudan. However, by their very nature, such activities need to be pursued for a long time before they start to give results. Examples of such activities include:

1. The consensus of opinion among agriculturalists which emerged following a "Round Table Meeting on Medium and Long-term Agricultural Development Strategies and Policies" held in Khartoum, March 1987, is that agricultural policies and practices of the past were unbalanced. Balance policies which take into consideration sustained production by all renewable natural resources were recommended. The recommendations were endorsed by the government.
2. The Central Forest Administration is undergoing far reaching institutional, legislative and administrative changes to assure it's full role in forestry development.
3. Many international organizations, donor agencies, NGO's and PVO's are involved in various forestry aspects via inventory, planning, afforestation, extension, etc.
4. Environmental awareness is gradually emerging amongst people. Sudanese NGO's with environmental orientation have begun activities.

#### Literature Cited

1. Abd El-Nour, H.O. Convincing Sudanese decision makers to adopt an integrated land-use policy. In: Bell, John E.; Atterbury, Toby, eds. Renewable resource inventories for monitoring changes and trends. Proceedings of an international conference. August 15-19, 1983. Corvallis, OR. Oregon State University; 1983: 371-373.
2. Andrews, F.W. The vegetation of the Sudan. In: Tothill, J.D. ed. Agriculture in the Sudan. Oxford University Press. 1952.
3. Anonymous. Current agriculture statistics. Ministry of Agriculture, Khartoum. 1985.
4. Anonymous. Forest sector review. World Bank Report No. 5911-SU. Washington, DC. 1986a.
5. Anonymous. Third population census. Dept. of Statistics. Khartoum. 1986b.
6. Barbour, K.M. The Republic of Sudan. University of London Press. 1961. 292 p.
7. Bayoumi, A.A. Forestry in the Sudan-the resource and administration (Arabic). Ming. Agr. Printing Press, Khartoum. 1983.
8. Bennett, S.C., John, E.R., Hewison, J.W. Animal husbandry. In Tothill, J.D. ed. Agriculture in the Sudan. Oxford University Press. 1952.
9. DECARP. Sudan's desert encroachment control and rehabilitation programme. Khartoum. 1976.
10. Shawki, M.K. Integration of the conservation and development of wild resources with programmes of economic development in modern states. Sudan Silva 1957 No. 14, Vol. II.
11. SNEA. Sudan national energy assessment - executive summary. National Energy Administration, Khartoum. 1982.



MONITORING HISTORICAL CHANGE IN COSTA RICAN FORESTS  
FROM 1940 TO PRESENT 1/

Steven A. Sader 2/

---

Abstract--Historical patterns of forest clearing associated with landscape characteristics are summarized for the country of Costa Rica. The use of satellite technology to examine forest change dynamics (trends in deforestation and afforestation) occurring within the last decade for a selected study site are presented and discussed.

Abstracto--Datos historicos sobre la relacion entre aclarar del bosque de Costa Rica y las caracteristicas biofisicas del terreno son presentados. Un metodo de analizar datos de sensores remotos para estudiar cambios en el bosque (el desmonte y la repoblacion) esta presentado usando datos para un sitio selecciondo.

---

### Introduction

Information about forest clearing and forest regeneration is lacking for many regions and countries throughout the world. The problem is particularly acute in tropical regions experiencing high rates of forest change. Accurate information on the location and rates of both deforestation and afforestation is paramount in making informed decisions about natural resource management and planning efforts. The partnership of satellite monitoring and computer technology provides a feasible mechanism for quantifying changes in the forest land base on regional and global scales.

With the launching of earth observation satellites and advances in computer science in recent years, remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) have become a powerful tool for studying current conditions and changing uses of the earth's forest. At the time of this writing, the fifth Landsat satellite is transmitting data from its sun-synchronous polar orbit to earth receiving stations. Landsat-5 contains a new and improved earth resource sensor called the "Thematic Mapper." The Thematic Mapper data approach the quality and resolving power of small-scale aerial photographs. Because Landsat data are in digital form, they can be combined with other land resource data entered into the computer from maps (e.g., soils, topography, roads, and administrative and ownership boundaries). Output products in map or tabular print-outs can be listed in a variety of formats. Image analysis software operates on several models of microcomputer systems. These systems

are becoming more affordable every day for small business, universities, and government agencies with modest budgets.

### Objective

The first part of this paper addresses the implementation of a Geographic Information System to monitor historical forest change related to biophysical landscape attributes in Costa Rica between 1940 and 1983. Using the GIS approach, some important variables associated with forest change are identified and patterns of change are discussed. Some limitations of the historical data base which are important for national forest planning are pointed out. The second part of the paper focuses on how these information gaps can be addressed through satellite monitoring techniques to provide updated and potentially quantifiable information on forest change dynamics.

### Preparation of a Geographically Referenced Data Base

Forests maps (scale 1:1,000,000) depicting the extent of primary forest <sup>3/</sup> in Costa Rica at five reference dates were acquired. The forest maps were derived through interpretation of aerial photos (1940, 1950, and 1961) and image analysis of Landsat Multispectral Scanner (MSS) data collected in 1977 and 1983 (1, 7). Ecological zones (scale 1:750,000) as portrayed by the Holdridge Life Zone System (3, 10), slope gradient (scale 1:200,000), and transportation network for 1967 and 1977 (roads and railroads, scale 1:500,000) were digitized from available map sources. All

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Research Forester, NASA Earth Resources Laboratory, National Space Technology Laboratories, Mississippi.

---

3/ The term "primary forest" as discussed in this paper refers to relatively undisturbed natural forest with an upper canopy covering more than 80% of the surface area.



digitized data were reformatted to Universal Transverse Mercator (UTM) grid image files to facilitate subsequent analysis.

#### Historical Patterns of Primary Forest Clearing in Costa Rica - 1940 to 1983

Forest area change associated with life zones, slope gradients and transportation networks was examined within the framework of a geographic information system for the country of Costa Rica. At the national level, tabular summaries of the total extent of forest area were obtained at five reference dates. These data indicated that total primary forest remaining in 1940, 1950, 1961, 1977, and 1983 was 67%, 56%, 45%, 32%, and 17%, respectively. Figure 1 can be interpreted as follows: primary forest area shown at any reference date (for example, 1940 forest) includes all forest area in subsequent dates. In the last period, 1983, the forest remaining is exclusive of all previous dates. The general trend of forest clearing from one reference date to the next advances from the outside boundaries of large forest tracts toward the interior. It is important to emphasize that these estimates relate to primary forest only. According to Flores Rodas (1), total forest cover in Costa Rica (including less dense and disturbed forest categories) was 33.5% of the land area based on a 1983 survey.

#### Change Associated with Life Zones

Tropical Dry and Moist Life Zones were deforested at higher rates than others in the early reference periods (pre-1940 and 1940 to 1950). In intermediate periods (1950 to 1977) Tropical and Premontane Moist and Wet Life Zones were cleared at relatively high rates to accommodate agricultural expansion. By 1983, only

less accessible high-rainfall life zones in rugged terrain supported relatively undisturbed forest reserves. Forest clearing rates (all life zones combined) were higher in the 1977 to 1983 time period than in earlier periods, although the absolute amount of forest area cleared was lower in some life zones where less forest remained in 1977 compared to earlier dates. Using stepwise discriminate analysis, life zones were identified as an important landscape variable associated with forest change between 1940 and 1961, but in later periods other variables were more highly associated with forest clearing.

#### Change Associated with Slope Gradient

Cattle grazing was prevalent on all slopes and in all life zones. Prior to 1950, forest clearing on shallow slopes (0-5%) was lower than forest area cleared on intermediate and steep slopes because the Atlantic lowland region was still inaccessible. The historical location of settlement areas, the high proportion of land in intermediate slopes, and the low proportion of accessible land in shallow slopes influenced the early clearing patterns. By 1983, there was an inverse relationship between total primary forest cleared and slope gradient. With the exception of small remnant stands, nearly all of the primary forest was cleared from the lower slopes and even the steepest slopes (>60%) supported less than one-third of the total land area in primary forest. Results of stepwise discriminate analysis indicated that slope gradient was the second most important landscape variable associated with forest change in the last three time periods (1950 to 1961, 1961 to 1977, and 1977 to 1983).

#### Change Associated with Roads

Road development that improved access to the forest was an important agent associated with change in all reference periods. Stepwise discriminate analysis identified roads as the most significant variable related to forest clearing in three of the four time periods. The spatial (distance from road to forest) and temporal (progression of clearing around roads from one time period to the next) relationships were apparent. The cumulative distance of primary, secondary, and unimproved roads and railroads in 1967 was approximately 2088 km as computed from a map prepared by Joyce (5). In a 10-year period from 1967 to 1977, the transportation route cumulative distance increased to 5582 km. The mean distance from the nearest road or railroad to forest in 1977 was 14.2 km and the mean distance to non-forest locations was 5.5 km. Over one-third of the nonforest areas were within 1 kilometer of the nearest road or railroad. By 1983, all major regions of the country had been penetrated by roads and only high mountain forests were relatively inaccessible.

New road construction into forest regions appears to have generally increased the likelihood of deforestation. For example, the San



Figure 1--Sequence of primary forest clearing in Costa Rica from 1940 to 1983.

Jose-Guapiles highway was constructed in the late 1970's through the Cordillera Volcanica Central to link northeastern Costa Rica with the capital. This region has experienced the highest rates of forest clearing in recent years. Most of the land previously forested in this area, near La Selva Biological Reserve, now supports pasture, with a smaller percentage converted to bananas and other crops.

#### Limitations of Historical Forest Change Data Base

The use of the GIS provided a tool to examine historical patterns of forest change related to landscape attributes at specific locations. The same techniques could be applied to other tropical countries where relevant data exist in imagery and map form, although the relationships and agents of change may differ in other regions.

A limitation of the historical forest change estimates relates to the generalized nature and small scales of the forest maps. Confidence levels cannot be determined because the accuracies of the original forest maps are unknown. Also, the maps exclude information on forest regeneration and the distinction between total clearing and partial clearing (change from primary to disturbed forest classes). This type of information is needed to allow a complete assessment of the changing forest land base (Sader and Joyce, in press).

Historical patterns of change will be useful information to direct satellite monitoring efforts to landscapes of predicted change (deforestation and afforestation). Satellite change detection techniques may offer the best opportunity to monitor forest clearing and regrowth patterns. Quantitative estimates of these changes with known confidence levels can be derived through the application of image classification and sampling techniques.

#### Satellite Monitoring of Forest Change Dynamics - 1976 to 1986

A study site around the vicinity of La Selva Biological Reserve, was selected to test the feasibility of satellite monitoring techniques for quantifying forest change rates and trends. Three sets of Landsat data were acquired (multi-spectral scanner data for 1976 and 1984; thematic mapper data for 1986) preprocessed, resampled, and coregistered to a 30-meter UTM projection. A normalized difference vegetation index was computed from the channels corresponding to the near infrared and red wavelengths for each data set using the following equation: 
$$\frac{NIR - RED}{NIR + RED} \times 100$$
. This index has been used by several investigators as a measure of vegetation "greenness" and has been correlated with green biomass measurements (2, 4, 8, 11). Each normalized difference (ND) image was loaded into to a 3-channel file and a highly modified parallelepiped classifier was employed to create a 256-class image that was coded to match a standard color table and function. Using the color table as a guide, each

class was reassigned based on a range of high, medium, and low intensity for each color channel (blue, red, green) which corresponded to one date of an ND image. Of the 27 possible classes, 21 were present within the data analyzed.

The advantage of this method was that it was computationally-fast, requiring no interpretation of class assignment to land use categories at this stage, other than a systematic grouping based on relative intensity values. Next, the classes contained in the multitemporal "greenness" image were interpreted on the basis of knowing which date and intensity level of the ND value was matched to a color assignment. For example, a high ND value at date 1-1976 (blue assignment), a low value at date 2-1984 (red assignment), and a low value at date 3-1986 (green assignment) yielded a strong blue hue for a pixel representing that situation. The blue pixels represent deforestation after 1976 (intensity dropped from high to low from 1976 to 1984) and because the ND value remained low in 1986, the pixel exhibited only one vector of change from forest to nonforest. Pixels that were not strong primary colors but combinations of two or more colors (e.g., blue + green = cyan) represent more than one vector of change, such as deforestation (between 1976 and 1984) followed by regrowth or afforestation (between 1984 and 1986). Although the color-coded image cannot be reproduced for inclusion in these proceedings, the black and white ND images of each date are presented to demonstrate some of the changes (deforestation and afforestation) that occurred at various localities (Figure 2a, b, and c).

#### Deforestation and Afforestation Zones

La Selva Biological Reserve and the "Zona Protectora" are roadless areas bordered by private land holdings and national forest, where substantial forest clearing has occurred within the last decade. Forest and other dense vegetation are shown in light tones on the ND images. Less dense vegetation, pasture, recent forest clearing, and nonvegetated surfaces (e.g., water) appear in dark tones. Examples of previously forested areas converted to pasture after 1976 are indicated at Points a and b (Fig. 2a, 2b and 2c). However, some areas came back in secondary forest only a few years after the primary forest was cleared (see Point c). Some private land holdings within the "Zona Protectora" (Points d and e) were converted to pasture after 1976, shortly before a moratorium on forest clearing was declared in 1979. All of the private land in the protection zone was purchased in 1986 through the efforts of the MacArthur Foundation, Nature Conservancy, and the Costa Rican Government. The pastures at Points d and e were showing signs of forest and brush regeneration in the 1986 ND image (lighter tones in Fig. 2c compared to Fig. 2b). On the contrary, the land owners at points f and g apparently violated the moratorium by reclearing and burning the pastures (darker tones in Fig. 2c compared to Fig. 2b) between 1984 and 1986.



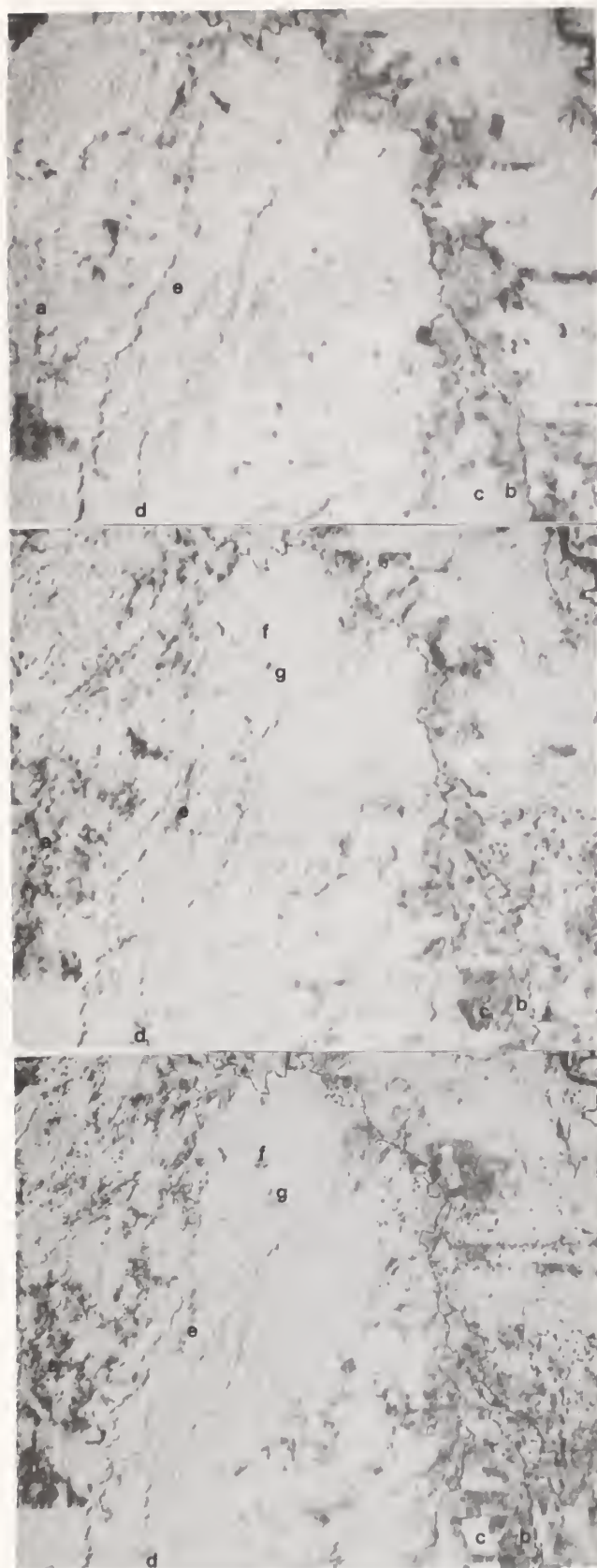


Figure 2--Forest change in the vicinity of La Selva Biological Reserve, as depicted on multi-temporal Landsat imagery (a-top photo, Jan. 1976; b-middle, Jan. 1984; c-bottom, Feb. 1986).

Because a large percentage of the study site includes protected forest reserves, it is anticipated that the deforestation rates will be partially offset by afforestation; however, these rates may vary between time periods (1976 to 1984, 1984 to 1986, 1976 to 1986). A previous study of forest change by Pelletier and Sader (6) in the same vicinity but including a larger proportion of land in private ownership, indicated a 12% gross reduction in primary forest (forest land converted to pasture and perennial crops). Approximately 5.5% of the previous study area represented second-growth or regenerating forests. Therefore, net forest clearing was approximately 6.5% between 1976 and 1984 or 0.8% per year. If the regenerating forests were excluded from this forest change estimate, the loss rate would have appeared to be nearly twice as high at 1.5% per year. The difference between land cleared of trees and land where trees are regenerating is a more meaningful assessment of forest change, but both figures should be reported in the literature as they represent forests of different composition and structure.

#### Accuracy Test Procedure

An analysis of the forest change classification is underway at this time. The next step requires the testing and verification of the computer-aided satellite monitoring technique. To test the accuracy of the change detection technique, random samples of 3 x 3 pixel blocks will be selected throughout the study area, and aerial photos that match the dates of the satellite imagery will be interpreted to describe the land cover type and any change in land cover that occurred at each sample location. Results will be presented in tabular and matrix format to show the percentage of correct classification of change, the types of change, and errors of both omission and commission. Based on this evaluation of results, the areas and types of change will be determined for the entire study area to derive estimates of deforestation and afforestation rates with known accuracy.

#### Conclusions

Monitoring the location of both deforestation and afforestation zones is important for national planning in the tropics. Updated forest change estimates will reduce the uncertainty and speculation that currently exist concerning the fate and condition of tropical forests. Also, quantifiable estimates could significantly improve the data base for modeling net terrestrial carbon exchange for a more confident assessment of its impact on atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations. The loss of primary forest may not always equate to total habitat destruction or loss of forest function. Second-growth forests and partially cleared forests that are allowed to regenerate can become important areas for wildlife habitat, forest production, and future forest reserves.

Remote sensing techniques within the framework of a Geographic Information System is a



powerful tool for studying the current condition and changing uses of forest ecosystems. Some of the image processing software available are compatible with microcomputer technology and are becoming more affordable for resource management agencies with limited budgets. However, manual approaches to remote sensing may still be the best option or only feasible option for many countries and resource management agencies.

#### References

1. Flores Rodas, J.G. Diagnostico del sector industrial forestal y alternativas de solucion. Direccion General Forestal, Ministerio de Agricultura y Ganaderia, San Jose, Costa Rica, 1984.
2. Holben, B.N.; Tucker, C.J.; Fan, C.J. Assessing leaf area and leaf biomass with spectral data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 46: 651-656; 1980.
3. Holdridge, L.R.; Grenke, W.C.; Hatheway, W.H.; Liang, T.; Tosi, J.A. Jr. Forest environments in tropical life zones: a pilot study. Pergamon Press, New York; 1971; 747 pp.
4. Jordan, C.F. Derivation of leaf area index from the quality of light on the forest floor. *Ecology* 50: 663-666; 1969.
5. Joyce, A.T. A methodology for forest resource and forest industry planning in developing countries in tropical areas: with a case study in Costa Rica. Ph.D. Dissertation, New York State University at Syracuse; 1969.
6. Pelletier, R.E.; Sader, S.A. The relationship between soils data and forest clearing and forest regrowth trends in Costa Rica. In: *Proceedings, Pecora 10, Remote Sensing in Forest and Range Resource Management*; 1985 August 20-22; Colorado State University; Fort Collins, CO; American Society of Photogrammetry and Remote Sensing; 1985; 276-285.
7. Perez, S.; Protti, F. Comportamiento del sector forestal durante el periodo 1950-1977, Oficina De Planificacion Sectorial Agropecuaria, Doc-OPSA-15; 1978; 59 p.
8. Running, S.W.; Peterson, D.L.; Spanner, M.A.; Teuber, K.B. Remote sensing of coniferous forest leaf area. *Ecology* 67(1): 273-276; 1986.
9. Sader, S.A.; Joyce, A.T. Deforestation rates and trends in Costa Rica - 1940 to 1983. *Biotropica* (In press).
10. Tosi, J.A. Mapa Ecologico de Costa Rica. Escala 1:750,000, Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica; 1969.
11. Tucker, C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8: 127-150; 1979.

# THE NATIONAL FOREST SECTOR DEVELOPMENT PLANNING IN INDONESIA 1/

Heru Basuki Sukiran and Soeparmono 2/

**Abstract**--Forests are still among the most important natural resources of Indonesia. The role of forests and forestry activities in supporting national socio-economic development and in fostering and improving the national quality of life has been widely recognized.

In accommodating the even increasing need of land for development which the only available land is forests land and quarrying the development of various forest function in an optimal way, the government has designated forest land use by "CONSENSUS" in each province.

The designation has been based on several criteria agreed upon by agencies involved in the development. Land and resource evaluation approaches would scientifically improve this forest land use.

## Introduction

The total land area of the country is about 191.9 million hectares consisting of 13,367 islands, inhabited by around 150 million people. Population increasing by 2.3 % per year, of which 76 % live in rural areas. Forest land occupy 74 % of the land area or 143 million hectares. Forest in Indonesia play an important role in the economy of the people and the nation, the share of forestry is about 4 - 5 % of GDP in 1983.

Agriculture sector is still the priority in the national development, while increasing the role of industries particularly to produce machineries either for heavy or light industries in the country.

Forestry development as one among the sub system of national development, cannot be separated from stages of national development. The development has also been layed down paralelly unity with other sectors of development.

Forests and forestry are still among the most important natural resources of Indonesia. The role of forests and forestry activities in supporting national economic development and in fostering and improving the national quality of the life have been widely recognized.

As they distributed in the rural areas, particularly in relatively un-accessible area of other sectors of economic development, admittedly the contribution to the rural development has also been significantly important.

## National Development

### Situation and Condition

**Geographic Background**--Indonesia is the largest archipelagoes in the world. It consists of 5 main islands and about 30 smaller archipelagoes totalling 13,667 island and islets of with about 6,000 are inhabited. The Indonesian archipelago forms a crossroad between two oceans, the Pacific and the Indian oceans and a bridge between two continents. Asia and Australia.

Indonesia's 5 main islands are: Sumatera which is about 473,606 km<sup>2</sup> in size, Java 132,187 km<sup>2</sup>, the most fertile and densely populated island, Kalimantan or 2/3 of the island of Borneo measuring 539,460 km<sup>2</sup>, Sulawesi 189,216 km<sup>2</sup> and Irian Jaya 421,981 km<sup>2</sup>. The other islands are smaller in size.

1/Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987)

2/Planning Officers, Department of Forestry, Jakarta-Indonesia.

**Natural Resources**--Indonesia is well endowed with natural resources. Although the exploration and the inventory of the resources have not yet covered sufficiently, but Indonesia has been described as one of potentially natural resources among the richest.

Nowadays, Indonesia is the biggest exporter of Liquid Natural Gas (LNG) and the second largest producer of tin in the world. Its reserves of nikle, oil, workable coal deposits are estimated to exceed several billion metric tons, there are extensive reserves of iron sands. Substantial deposit of bauxit, copper, iron, manganese have also been confirm.

Likewise, agriculture and particularly forestry resources. The many tangible and intangible benefits from the forests have contributed much to the socio-economic development of the country.

As stated in the Guideline of State Policy that natural resources constitute the basic assets of development, it should be utilized appropriately and this is not to detriment of environment, and it should be carried out within overall national development policy, taking into account the needs of future generations.

**Human Resources**--The population of Indonesia is the fifth largest in the world, after the People's Republic of China, India, the Soviet Union, and the United State of America. According to the latest census held in 1980 shows that Indonesia's population was 147,491,000. The census held in 1971 and 1980 provides data of birth rate, mortality rate and immigration. Other characteristics such as dependency rate, labour force indicator etc can also be shown.

The forecast of population up to the year 2000 based on 1980 are as follow :

1980 ( actual )	147 millions
1990	185 millions (2,30%)
2000	227 millions (2,06%)

**Employment**--The distribution of employment in 1980 was a follow :

- Agriculture, forestry and fisheries	54,7 percent
- Manufacturing	10,4 percent
- Trade	14,8 percent
- Public service	12,2 percent
- Other, minning, quarrying electricity, construction, financing, etc	7,9 percent

Based on National Labour Force Survey, the rate of growth was fastest in the trade sector and the manufacturing sector with 10 and 8 percent respectively. The agriculture sector grew by 2 percent annually.

The total labour force in 1980 can be estimated at 52 million and projection indicate that it may reach 90 million in the year 2000, an

increase of 38 million. Of this increase 20 million can be expected to occur in Java.

**Economics and Political Stability**--Indonesia is currently enjoying a greatest degree of economic stability, sustained growth and improved living conditions than at any time since independence was proclaimed in August 1945. With the change in Government in 1966, a new economic policy was adopted, having as its major objectives a declining rate of inflation, rehabilitation of the economic infrastructure, and increase in export production, and provision of adequate food and clothing for the population.

**Domestic Requirement for Timber**--Several forecasts of future requirement for timber in Indonesia have been made by the Ministry of Forestry, FAO and others. These projections can be summarized in the following table.

Table 1--The projection of timber requirement

Year	Sawn wood and plywood	Log equivalent	Fuelwood	Total round wood
million m <sup>3</sup>				
1980	2.1 - 2.2	5.0 - 5.2	130 - 140	135 - 145
1990	3.8 - 5.6	8.8 - 13.0	200 - 210	210 - 225
2000	10.5 - 18.5	24.0 - 42.0	250 - 175	275 - 220

Additional amount of round wood will be required for the pulp and paper industry. These amounts will depend on the development of that industry and may reach as high as 6.5 million m<sup>3</sup> in the year 2000.

#### National Problems

There are numbers of problems been faced in development among others :

**Population**--The rate of population growth in Indonesia based on population census held in 1971 and 1980, is regarded as relatively high, i.e. about 2.32 % per annum. In term of geography, 61.9 % Indonesia's population is found on the island of Java which territory accounts for only 7 % of the whole of Indonesian territory. Population density of Indonesia is presented in table 2. To overcome this situation, the transmigration become one of the nation program priority.

The greater part of Indonesia's population consists of persons under 30 years of age, a large percentage of the population under 15 years of age. About 42 % of the population is under 15 years of age and less than 15 % belongs to the group above 65 years.

Table 2--Population Density of Indonesia 1930-1980 (per km<sup>2</sup>)

Island	1930	1971	1980
1. Java and Madura	315	576	690
2. Sumatera	17	44	59
3. Kalimantan	4	10	12
4. Sulawesi	22	45	55
5. Other island	8	15	19
6. Indonesia	32	62	77

**Sosio - Economic**--Right after the government launched the Domestic and Foreign Investment Law in 1968, the exploitation, production and export of petroleum and natural gas in the form of LNG have increase tremendously.

Oil and LNG account for more than 70% of total export earnings and a similar proportion of government income. Consequently, the government has become too dependent on petroleum and LNG as source of earnings.

The Common Sosio - Economic pattern of the Indonesian people is agriculture oriented. Most of them still applying traditional agriculture system. Shifting cultivation has widely been employed in several region causing soil degradation.

#### Development Plan

**Stages of Development**--The Guidelines of State Policy actually sets the framework for national development effort in the form of a series of development programmes which are overall, integrated and planned to be continuously carried out.

These guidelines are the conceptual formation for sectoral development which were divided into :

- The Basic Pattern of National Development
- General Pattern of Long Term National Development
- General Pattern of Five Year Development.

Based on the Basic Pattern of National Development the General Pattern of Long Term National Development has been drawn up as an effort to give direction to the advancement and development of nation in general toward the achievement of the national ideals. This general Pattern of Long Term Development shall form the basic foundation for the formulation of the general Pattern of Medium - Term National Development i.e. the General Pattern of Five Year Development.

The First Five Year Development Plan (REPELITA I) covered the period from Fiscal Year 1969/1970 through 1973/1974. It emphasized the rehabilitation of the economy, stressing increased agricultural production, improved irrigation and improved transportation system.

The second Five-Year development Plan (REPELITA II) covered Fiscal year 1973/1974 through 1978/1979. It focused on increasing the standard of living of the Indonesian people. The specific objectives of the second plan were to provide better food, clothing and housing, to improve and expand infrastructure, to expand and distribute equitable social welfare benefits and to provide greater employment opportunities.

The Third Five-Year development Plan (REPELITA III) covered Fiscal Year 1979/1980 through 1983/1984. The three fundamental objectives of the third plan were as follows :

- A more equitable distribution of development gains, leading to the welfare of the entire population.
- A sufficiently high economic growth
- A sound and dynamic national stability.

The Fourth-Five Year Development Plan (REPELITA IV) covered Fiscal year 1984/1985 through 1989/1990. It strengthen the foundation for further economic growth, stress industrial and agricultural projects and emphasize improvements infrastructure, social services and the development of human resources. The underlying philosophy of REPELITA IV will continue to be what is known as the "TRILOGY OF DEVELOPMENT" the promotion of rapid economic growth that contributes to a dynamic and stable society by assuring the equitable distribution of the gains of developments.

The objectives of development efforts under REPELITA IV are :

- To improve the standard of living, intelligence and welfare of the whole people in the more evenly and justly manner
- To lay a strong foundation for the next development phase.

**Regional Development**--The implementation of the Regional Development constitute an integral part of overall National Development directed to consolidating the integrity of the unitary and strengthening the national unity.

The main directions and characteristic of Regional Development are :

- Compatibility between Regional Development and Sectoral Development.



- b. Harmony of the inter-regional growth rate
- c. Stimulation of social initiative and participation
- d. The stepping-up the regional income and betterment of government apparatus
- e. Enhancement of the consciousness and capability of the population
- f. Improvement of the functional coordination in the regions and inter regional co-operation in the field of development
- g. Production of rural development
- h. Rearrangement of the administrative borders of a number of regions

Rural development is directed to laying a strong socio-economic basis as the foundation for long-term national development with the aim of making the village the smallest public administrative unit and at the same time the smallest economic unit in the society.

Rural development programmes embrace Rural Development Aid, Family Welfare Development (PKK) and Planning Development through LKMD (Village Community Resilience Institution) and UDKP (Development Work Area Unit), improvement of the People's Auto-activity and implementation of labour intensive projects.

### Forestry Development

Forestry development as one the sub-system of the national development system is a comprehensive well plan and sound objectives of development for the maximum benefit and welfare of people. In line with this concept, philosophical, constitutional, conceptional and legislative also technical operational foundation of national development be the foundation of the forestry development.

### Forest areas

With regard to the use of land for development, up to now there is no

national land use being set up.

With the population growth of 2.4% and the need of land for other sectors development, the one among the alternatives to solve the problems is conversion of forest land into any other usage.

In accommodating the ever increasing need of land of other sector development and in guarantying the development of various forest function in an optimal fashion; while the up to date information of forests and forest lands, economic and social condition, technical aspects of the region and other data area limited, the designation of forest land use in every provinces has been carried out by consensus of all sectoral development and institution involved in each province.

Based on this consensus the forest land use as the following:

- Protection forests	30.3 million hectares
- Nature conservation forests	18.7 million hectares
- Production forests	
- permanent	33.9 million hectares
- limited	30.5 million hectares
- Reserved, to be converted into non forest usage	30.1 million hectares
<b>Total</b>	<b>143.5 million hectares</b>

With regard to the conservation of forests, the Indonesian Government has taken steps, among other things by preparing some 18.7 million hectares for protected forests. To reinforce this effort, the government has also issued an Environmental Supervision Act and has already adopted a policy stimulating log export banned.

Another effort is to enlarge the existing National Parks to about 20 million hectares. The distribution of forest land in each provinces is presented in table 4.

Table 4--Land area, population and forest land (1980)

No	Main Island	Land area		Forest area		Population ( 000 )	Population density of land area	Population density of Forest area
		( sq km )	% of Total area	Ha	% of Total Forest area			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Sumatera	473.606	24,67	23.175.700	20,69	28.016	59,15	1,21
2	Kalimantan	539.460	28,11	36.694.300	32,76	6.723	12,46	0,18
3	J a w a	132.187	6,89	3.013.315	2,69	91.270	690,46	30,29
4	Bali,NTB,NTT and Timor Timur	88.488	4,61	3.905.500	3,49	8.487	95,91	2,17
5	Sulawesi	189.216	9,86	11.291.400	10,08	10.410	55,02	0,92
6	Maluku	74.505	3,88	5.096.900	4,55	1.411	18,94	0,28
7	Irian Jaya	421.981	21,98	28.816.100	25,73	1.174	2,78	0,04
T O T A L		1.919.443	100,00	111.993.215	100,00	147.491	76,84	1,32

With regard to forest type the forest in Java island are monsoon forest mostly Teak Forest Plantation managed under clear cutting silvicultural system, and the forest in outer Java island mostly are Dipterocarp tropical rain forest managed under The Indonesian Selective Logging System.

Estimates of forest resource potensial based on total forest area and average standing volume as obtained from Conversion Holder inventories, applying a cutting cycle of 35 years, are presented in the following table:

Table 4--Potencial log outturn Per Year Per Province in 000 m3.

Province	Log Quantity
-----	-----
Sumatera :	
A c e h	2.200
North Sumatera	1.500
West Sumatera	900
R i a u	4.500
J a m b i	3.300
South Sumatera	1.600
Bengkulu	800
L a m p u n g	300
	-----
	15.100
J a v a :	
West Jawa	130
Central Jawa	260
East Jawa	330
	-----
	72
Nusa Tenggara :	
West Nusa Tenggara	100
East Nusa Tenggara	150
	-----
Kalimantan :	
West Kalimantan	2.900
Central Kalimantan	11.600
South Kalimantan	1.000
East Kalimantan	15.100
	-----
	30.600
Sulawesi :	
North Sulawesi	500
Central Sulawesi	1.500
South Sulawesi	1.000
South East Sulawesi	330
	-----
	3.630
M a l u k u	2.700
Irian Jaya	27.000
	-----
T O T A L	80.100

### State of Forestry Development

The Dutch concern about the forests in Indonesia existed since the 16th century during the period of the Dutch East India Company (VOC). At that time all forestry activities were concentrated in Java. The Dutch were primarily interested in teak and carried out exploitation of the natural forests in Central and East Java in order to establish plantations and other commercial crops for their country's benefit in the Europe.

Natural resources conservation had already started with species conservation. The areas which were chosen as Nature Reserves or Wildlife Reserves were only relatively small areas.

The utilization of the natural forests under economic basis was started in some provinces in East Java, Central Java, central Kalimantan, South Kalimantan and East Kalimantan where state-owned forestry enterprises were established all of which began operation in 1963.

Equipped with the Act No 1 of 1967 and Act No 6 of 1968 on Foreign Capital Investment and Domestic Capital Investment, interest in utilizing natural forests under intensive capital in outside Java continued to increase.

The First Five Year Development Plan REPELITA I (1969/1970-1974/1975)--  
In line with the stages of national development, forestry development during this period seemed to be emphasized on foreign exchange earning

as urgently needed for development. The objective were stress to secure investment on logging and utilization. While conservation efforts were extended to include both species and ecosystems conservation.

### The Second Five Year Development Plan REPELITA II (1974/1975-1979/1980)

In meeting the national development policy emphasized on economic growth, investment on logging and utilization was still be promoted and domestic processing of timber through mechanical wood processing was also be increased.

On the other hand, forest management, forest conservation and protection, conservation of Water and Soil, land rehabilitation, reforestation and greening has been started. While natural resources conservation development has accommodated public needs i.e. enlarging, developing, setting up and designation of nature reserves and national parks.

### The Third Five Year Development Plan REPELITA III (1979/1980-1984/1985)

The policy, objectives and the role of forestry had a different orientation than that of the REPELITA I and II. Forestry development covering all aspects of development activities in a balanced way.

The principle objectives were as follows :

- Better utilization of forest resources through intensification of logging operations and wood processing, including the utilization of lesser known or unknown tree species.
- Establishment of new resources through reforestation and afforestation of non-productive and critical areas.
- Development of nature conservation by designation of new areas for conservation, extension of the existing areas and intensification of the management of nature conservation toward the national park models
- To gain knowledge concerning the extent, potential and condition of forest resources by implementing the national forest inventory for the preparation of national plans and policy decisions.
- To ascertain the definite status and suitability of forest land through forest land use planning.

### The Fourth Five Year Development Plan-REPELITA IV (1984/1985-1989/1990)

In relation to the national development laying the foundation for the next development stage, which will be strengthened in REPELITA V to take off in REPELITA VI, for forestry development, foundations have also be laid, among other aspects in the form of General Pattern and Plan for Forestry Development, supported by appropriate and adequate technical know, facilities and bureau-cracy.

### Problem and Constraints

In carrying out forestry development, there are a lot of problems have been faced. The main problems identified among others :

- Increasing development has the consequence of increasing the need for land for various development purposes among others for transmigration of 500,000 families per-years, estate development, agriculture scheme development, mining and petroleum, housing etc.
- The increasing population will also increase the demand on forests, forest land, and also forest products.  
In addition to the increasing need for products, various unbalanced conditions related to population increase predicted to bring about excesses in deforestation, shifting cultivation, illegal felling etc. All of which need a conceptual base on which to plan remedies.
- Unbalance between birth rate and employment opportunity development.
- Degradation of the forest effects the supply of raw materials for the forest products industry.
- Limited fund for development, either foreign and or domestic capital.
- Forest fire, grazing, illegal felling, and other natural disaster.
- In reality there are still many internal forestry problems which are of technical, operational of fundamental nature, such as the preconditions for stable forest management in the regions e.g. infrastructure development, classification of regional legal status, regional administration, regional institutions etc.

Besides the above problems, and as indicated previously, that forest and



forest lands are the only alternative of which the people in the rural areas overcoming their problems on fuel, food and income, even for their survival, since the other sectors of development could not provided sufficiently the solution.

The danger to the forest and forest land have begun to generate a growing concern among individuals and nations from all regions of the country, but much remain to be done to heighten public awareness of the problem and to stimulate action to halt the increasingly serious attrition of these vital resources.

Since the resources are complex and heterogenous, either wood species or non-wood products, despite their important, little has been known until recent year of the extent of the resources. Consequently, the resources could not be managed under a sound perpetually and sustained yield basis.

Recognizing of he above, the Indonesian Government, in particular the Minister of Forestry has express gratitude and appreciation on the effort of declaring the year 1985 as the International year of the Forest by FAO, as this has significantly support for the conservation of forestry resource and to increase recognition of their role in rural development in Indonesia.

### The Development Progress

**Utilization**--Up to now there are about 522 units of concessionaires have been declared, covering an area of about 53.4 million ha, with an investment of about US.\$ 1.9 billion and Rp. 672.8 billion, distributed all over the country outside Java.

In addition, semi-independent Commercial State Enterprises have been established. They include PERUM PERHUTANI ( a State Forest Corporation ) and Three State Forest Enterprises known as INHUTANI I, II and III.

By applying the concessionaires approach, forests utilization has been modernized sufficiently, not only in the logging site, also the processing one. Forests roads and other supporting facilities have also been constructed. General facilities and in particular supporting facilities for the processing have also been erected.

As all the activities located in the rural areas, these all will directly or indirectly ( as multiplier effect ) influenced to the rural development particularly job creation and income generation.

In creating more employment opportunities, simultaneously obtaining a higher value added of the timber and encouraging the development of wood processing industries in the country, particularly rationalizing the utilization of the resources, export of logs have been reduced since 1980 and in 1985 was banned.

Forest resources which give significant and quite substantial contribution to the rural development especially the rural community living vicinity to the forest are classified as non-wood forest products or commonly called minor forest products.

As the harvesting of the resources mostly carried out by the community, it will directly give job opportunity and income generation to those people.

The important non-wood forest product commodities which have been harvested, been processed and been exported among other : rattan, gum, cayu put oil, copal, tengkawang, jelutung, etc.

**Rehabilitation and Reforestation**--There are number of activities under this item as the following.

**Watershed Management**--The Government of the Republic of Indonesia is greatly concerned about the continuing degradation of forest and soil resources particularly on the hilly watershed areas. It was estimated that the extend of shrub, alang-alang (*Imperata cylindrica*), grassland, barren lands and other unproductive areas covered approximately 33 million hectares with annual increase of about 200,000 ha.

Soil conservation initiated in Indonesia in 1936 to protect upland lower slopes, where ridge terracing and contour cultivation was prescribe. The programme was theoretically good but practically un effective. The problems are complex and heterogen among others hydrological economic, social and pedological.

The greening movement is one among the effort to overcome these problems. Effort to increase the rural population understanding particularly to any longterm solution is essential.

Establishing community fuelwood plantation in a certain areas have been promising.

In 1973 new approaches were initiated including a campaign to raise consciousness of the people. In 1976 a soil and water rehabilitation programme was instituted to foster the implementation of physical rehabilitation measures by establishing an INPRES (Instruction of the President) programme.

Beside, cooperation with developed countries (i.e. The Netherlands, The Republic of Finland, the Federal Republic of Germany, Australia, and Japan) and multilateral institutions (FAO/IMBP, ICRAF, East West Centre, Ford Foundation etc) have also been carried out, mainly for :

- formulating the methodology, technical master plan, guideline identifying problems etc
- transfer of technology
- education, training and upgrading the skill
- providing appropriate equipment and up to date data and information.

Close cooperation with the other sector has also been done. As a result of consciousness of degradation of soil and forests heavy erosion and protection of vital development project, construction and building in the hinterland, particularly refunctioning the forests (and or improve the function) in the watershed areas, the government has identified 36 watersheds under priority of development out of which 22 watersheds should be under super priority.

**Reforestation and Afforestation**--Artificial plantation has been started in Indonesia particularly in Java long before the first world war. The tree species being planted are :

Teak (*Tectona Grandis*), Mahagoni (*Swietenia mahagoni*), damar (*Agathis loranthifolia*), Rasamala (*Altingia exelsa*), Puspa (*Schima walachii*), etc.

Since 10 years ago, the government has been carrying out large scale plantation and reforestation programme, include several activities among others :

- timber estate establishment ;
- rehabilitation of critical lands ;
- increasing the potential of production forests (either in the natural forest or artificial forest) ;
- improve the function and refunctioning the protection forests mainly of the aspects of protection aesthetics, and hydrological function ;
- rehabilitation and development of nature reserves and tourism forests ;
- agro-forestry, farm forestry and or special commodity forestry establishment or development of multiple use of forest land ;
- typical forest establishment and development include among others : fancy wood plantation (ebony, sonokeling, sawokecik), sandalwood plantation, bakau, non-wood production (cayu put oil, cassivera, rattan etc).

So far plantation forest amounted to approximately 2.5 million hectares outside Java and about 1.5 million in Java. With the present capacity of establishing new plantation of about 30.000 ha annually (100.000 ha in critical areas and 200.000 ha in production forest), it is estimated that in the coming PELITA VI there will be 6.2 million hectares of plantation.

The above figure does not covering area of plantation as the result of greening movement. The present capacity of area to be planted as greening movement (mostly carried out by farmer and coordinated by the Ministry of Home Affair) approximately 700,000 hectares annually.



In carrying out the activities, there are 10,000 forestry extension field workers supervising the farmer; it is planned to increase to 16,700 employed at the end of PELITA VI.

With regard to the rural community development particularly to meet the fuel, fodder, construction timber, employment opportunity and income generation, farm forestry, agro forestry, and or community forestry, establishment and development being encourage. Cooperation with developed countries and multilateral institutions has also achieved substantial result.

**Forests Protection and Nature Conservation Protection**--There are a lot of factors and activities disturb and damage the forest and forestry in Indonesia among others :

- forest fire
- illegal felling
- wild grazing
- timber theft
- encroachment
- illegal marketing and trade
- pests and diseases.

In some places the above factors caused quite serious damage to the forests and the environment for example forest fire in East Kalimantan in 1983. covering an area of approximately 3.2 million hectares. In overcoming these problems, admittedly, no sufficient and appropriate technology has been formulated yet.

In carrying out protection and safeguarding forests and forestry in Indonesia, up to present 2,800 person have been employed and about 12,000 forest guards (Special forests police) will be appointed and be equipped with sufficient operational equipment and infrastructure.

**Nature Conservation**--Conservation is aimed at maintaining the essential ecological processes and the life support system, preserving various forest types and ecosystem and harmonizing the utilization of natural resources for the welfare of mankind. To achieve the aim, the strategy has been set up as the following :

- Protection of the ecological condition supporting the life sustaining system
- Conservation of the diversity of gene-pools in the form of nature reserves ; gene resource, national parks, protection forests etc.
- Sustenance of the utilization of species and ecosystem, either directly or silvicultural activities.

The following steps have been taken :

- Determination and development of conservation area for eco-system
- Promotion of conservation activities outside the conservation area.

A number of activities which have been implemented and plan be implemented among others :

- Designation of an conservation areas for typical ecosystem i.e. nature

reserves, tourism forests, national parks, protection forests, marine reserves.

- Boundary demarcation
- Setting up master plan
- Building road network
- Assessment of flora and fauna
- Mapping
- Institutional strengthening of management unit
- Habitat development
- Institutional strengthening of nature lover organization
- Environment impact studies.

#### **Forest Land Use by Consensus**

Increasing development has the consequences of increasing the need for land various purposes. Particularly for Indonesia starting from the third Five Year Development Plan of which equitable distribution has been launched and coupled with the program for transmigration, the need for land for development especially out side Java has increased considerable.

In the effort to meet the demand of rice, which is sensitively influence the socio-economic, cultural, politic, security and other aspects of environment the government has also launched a programme to intensify the development of rice field scheme of which a large dry areas covered by forests and swampy areas opened for this purposes.

In addition to the above, so far there is no land use planning been set up yet. Even the guide line or land and resource evaluation for land use planning has not yet been formulated. On the other hand, as the nature of forestry development is irreversible, the area planning in forestry becomes very important.

Realizing of the above condition, there should be a sound approach to solve these problems, seen there are a lot of factor to be accommodated in the national level, the Forestry Departement has initiated to establish "Forest Land Use By Consensus" as The Provincial Level. The consensus has been made among the agencies concerned in each province including agriculture, public work, home affair, transportation and transmigration. A certain criteria has been set up in establishing the said forest land use by consensus including slope, soil type, vegetation, climate, soil structure using the following means : topographic map, soil map, climate map, percent land use map, etc.

Up to present, 22 provinces out of the total of 27 provinces have completed the forest land use by consensus. Since these consensus was approach by the government, it apparently had been used as the general guideline for individual agencies involved in planning including land use and resources planning. Even politically and strategically these consensus is workable and acceptable, the improvement based on more deeper scientific study and analysis, land and resources evaluation among others, are strongly required.

PLANNING, MONITORING AND EVALUATING  
NATURAL RESOURCES MANAGEMENT ACTIVITIES  
BY FIELD EXTENSION AGENCIES IN HONDURAS <sup>1/</sup>

Paul Dulin <sup>2/</sup>

Abstract--A decentralized system was devised where extension agency teams from the Natural Resources Management Project (NRMP) in central and southern Honduras assess the current situation in terms of natural resources use and the needs of local communities, estimate both physical and human goals, schedule technical assistance, and assign responsibilities to each team member on an annual and monthly basis. The system includes continuous monitoring and periodic evaluations, thereby providing a basis for reporting on activities as well as a mechanism for detecting obstacles to efficient project operation.

Abstracto--Un sistema descentralizado fue desarrollado para el Proyecto Manejo de Recursos Naturales que opera en las regiones sur y central de Honduras en que los equipos de las agencias de extensión analizan la situación actual del uso de los recursos naturales y las necesidades de las comunidades locales, estiman las metas físicas y humanas, calendarizan la asistencia técnica y asignan responsabilidades a cada miembro del equipo por año y, luego, por mes. El sistema incluye el monitoreo continuo y la evaluación periódica de las actividades, así estableciendo la base para el reportaje de información y provee, a la vez, un mecanismo para detectar los obstáculos a la operación eficiente del proyecto.

#### Natural Resources Management Project

NRMP is one of a series of watershed and natural resources management projects designed and financed by the U.S. Agency for International Development (AID), beginning in the late 1970s. The project was signed into being in 1980 by the government of Honduras (GOH) through its Ministry of Natural Resources (MNR), but field activities did not start until mid-1982. NRMP was originally located in the watershed of the Choluteca River in southern Honduras, but nearly doubled its area from 1982 to 1985, and in late 1985, the MNR Central Region was created and included in NRMP's jurisdiction (fig. 1).

NRMP has three primary objectives:

- improvement of GOH capability, through MNR, to manage the country's natural resources in a more coordinated fashion;
- development of a program for optimal management of the upper watersheds of the Choluteca, Sampile and Guasaule Rivers; and

- raising the incomes of poor farm families situated in upland areas through their incorporation into appropriate systems of agricultural and forest production and utilization.

As these objectives imply, the project focuses on users of natural resources in upland areas away from the productive soils and otherwise favorable conditions of the valleys.

#### Traditional Methods of Operating Projects in Honduras

Honduras is no different from any other developing country. The methods of operation for its projects and programs are products of traditions that have been ingrained in the organizations that manage them, many being instigated historically by foreign entrepreneurs, profiteers, anachronisms of early colonial rule and other sociopolitical influences both internal and external to the country. The management systems still employed in Honduras and MNR contain certain inherent inefficiencies that negatively affected implementation of NRMP:

- a lack of priority for attending to poor, small-farm families living in mountainous and hilly areas;
- institutional inefficiencies inherent in public and semipublic agencies; and
- the selection and promotion of inappropriate technology.

<sup>1/</sup> Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup> Paul Dulin is Natural Resources Specialist with Associates in Rural Development, Inc., Burlington, Vt. He worked as Watershed Management Specialist on NRMP in Honduras until June, 1986.



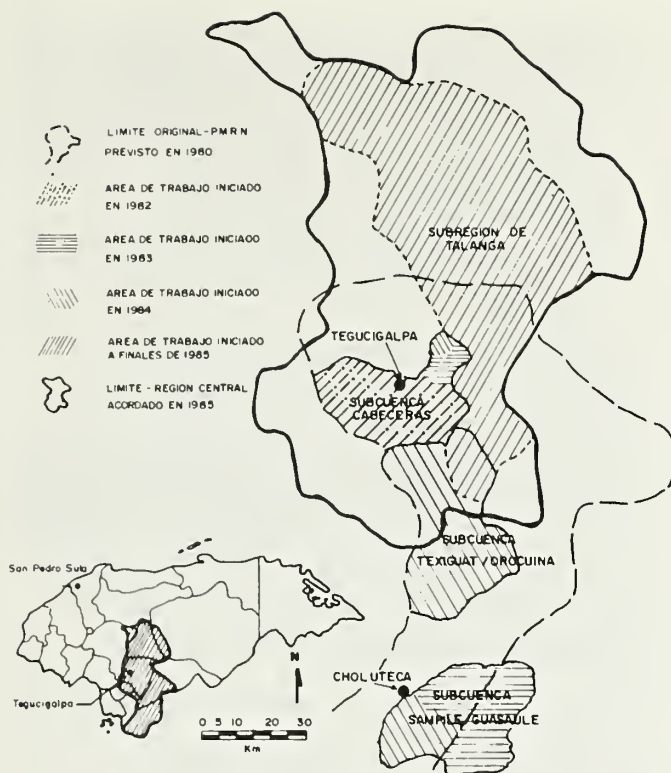


Figure 1--Location and progress of NRMP from 1982 to 1985.

#### Lack of Attention to Hillside Farms

The traditional focus of technical assistance in Honduras has been on owners and users of the most productive lands--the alluvial valleys. For this reason, the type and complexity of technology to be applied, tools for applying it and investment requirements are more appropriate for large landowners and commercial agricultural interests. Several reasons are given for the traditional lack of attention to hillside farmers:

- the education of agronomists, extensionists and zootechnicians is oriented toward commercial production technology in flat areas (valleys);
- the large number of small farms and their distribution in inaccessible areas limits the efficiency of technical assistance due to elevated costs per production unit;
- lack of a clear definition of production systems practiced by subsistence farmers on hill lands, knowledge of which is basic to providing technical assistance appropriate to the reality of marginal agro-ecological and socioeconomic conditions there; and
- at the national level, the immediate economic return of even moderate increases in the productivity of small hillside farms does not justify the required investment in technical assistance.

Although a case could be made to continue to abandon the small hillside farm family for any one of these reasons, a sobering fact must be considered--these farmers will continue to exert pressure on hillside lands. As the population increases, the use of marginal hill lands and rate of natural resources destruction also increase, with a resulting negative, and even devastating, effect on valley lands as upland watersheds disintegrate and extremes of floods and desertification become more prevalent.

#### Institutional Inefficiency

The increasingly hierarchical and centralized organization of MNR, which is responsible for executing NRMP, has resulted in inefficiency and created a bureaucracy that is irresponsible and uncoordinated. Starting at the highest levels of authority, the organization is subdivided into sectors that operate in nearly sectarian form, each with its own objectives and interests, without coordination between sectors. This is diametrically opposed to the integration represented by the small-farm production system, with its recycling of resources and their multiplicity of uses. These divisions provide technical assistance that is incomplete and disjointed.

The planning and evaluation process is centralized, based on national priorities, and does not consider the needs of local communities. MNR's central planning authority imposes unrealistic numerical physical and human goals on project directors that are far beyond the real capabilities of NRMP extension agents. The same applies to any evaluation of the quality and quantity of work--when the evaluation process is managed by the central office, which is remote from the implementation level, extensionists do not benefit from the feedback process, cannot analyze their experience and are incapable of reorienting their activities to make them more efficient.

Employees seldom understand or are not even hired under terms of reference for their positions, are not oriented and trained to carry out the job or given the authority to act independently to achieve the objectives of those terms. These same employees are not provided with the basic logistic support and supervision necessary to effectively implement planned activities, even when the planning is done by those who are also responsible for authorizing budgets for the purchase of supplies and equipment, as noted above. Finally, little attention is paid to monitoring the progress of the project or its employees. Reporting is fraught with misinterpreted terminology; duplicate, confusing and conflicting arithmetic totals of "goals achieved;" and a general lack of awareness of the project's actual status and activities.

#### Selection and Promotion of Inappropriate Technology

No matter how efficient and well structured the executing agency, if the technology being promoted is inappropriate to the target population, the



project is doomed to failure. Mistakes in technology selection include techniques which cannot be adapted to local climate, soil and slope conditions, or introduce changes that are far different from the local farm families' traditional production systems. Should either problem exist, the chance for rejection of the project's technical assistance efforts, however good the intentions, would be very high.

Examples of such mistakes can be taken directly from the experiences of NRMP.(1)

- Plantings of a "miracle" tree failed miserably in a mountain village 1,400 meters above sea level because extensionists did not research the species' altitudinal limitation of 600 meters. Later, farmers would not believe project extensionists when they offered a different tree for planting.
- Extensionists paid various farmers in a village to construct hillside terraces to conserve the soil under their corn crops. However, when they saw that the farmers turned their cattle into the terraced fields to feed on the stubble, the extensionists told the farmers they could not do so or they would not receive any more incentives. Later, farmers had no wish to do any further terracing, regardless of the value of the incentive or terraces, because it represented the loss of a primary source of forage for their cattle. The extensionists failed to study the traditional production system of these farmers and attempted to introduce a contrary technology.
- One agency's extensionists promoted the adoption of mechanical measures of soil conservation to farmers in a small village. Based on informed sources, they believed that rains in the area were light and of short duration, so they instructed farmers to construct hillside ditches at a wide spacing. When the first rains of the wet

season arrived, the ditches filled rapidly with water and sediment, overflowed and caused accelerated erosion throughout the farmers' fields. The extensionists had not investigated reliable sources of information concerning local rains and erred in selecting ditches as an appropriate structure. When they returned to promote other techniques, the farmers did not respect their technical ability and paid no attention.

### The First Step--An Operational Organization

NRMP already had a hierarchy of organizations, modeled on the structure used by the ministry--one of numerous semiautonomous sectors operating in their own continuum. There were already people of varying professional backgrounds filling numerous positions. So, the first step was not to recreate an organization, but to make the organization operational. Efforts were shifted to develop a more horizontal structure, whereby authority was decentralized, both geographically and functionally (fig. 2).

Essentially, three basic units were denominated:

- the Directorate, which has ultimate political, administrative and budgetary authority;
- the Executive Unit, with its extension agencies, which is responsible for carrying out extension and technology transfer activities directed at the target population; and
- the Planning and Technical Assistance Unit, with its group of technical specialty sections, which provides formal training for extension agents and selects the range of technical interventions to be promoted by the project, ensuring that they are appropriate in terms of both agro-ecologic and socioeconomic criteria.

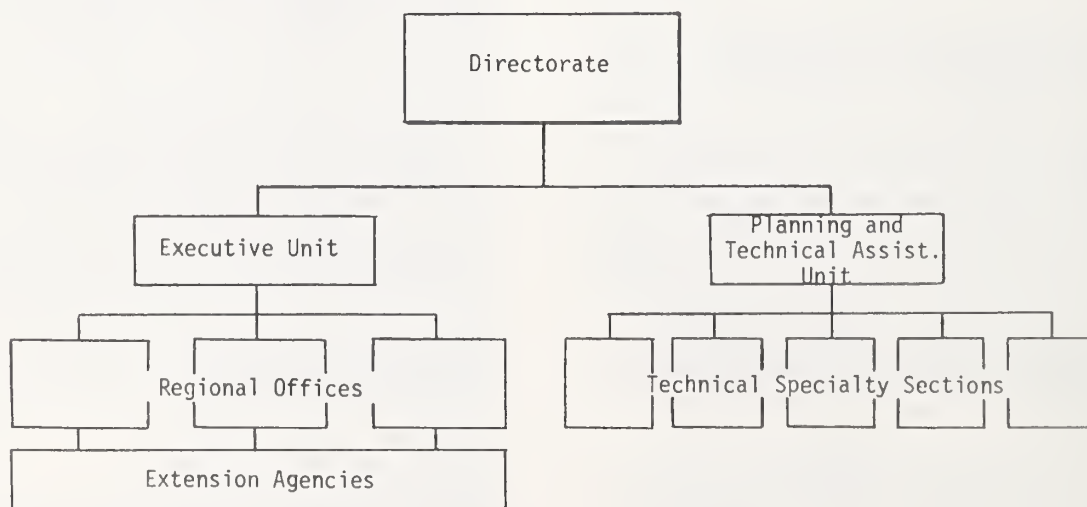


Figure 2--NRMP's operational organizational structure.

Most important about this organization is that all staff activities are oriented toward the work being done by the extensionists of NRMP's extension agencies (in 1986, there were 21 such agencies). The director ensures that project personnel are hired and paid, logistic support provided and national priorities met in the spirit of the project agreement. The Planning and Technical Assistance Unit's specialists provide extensionists with needed training and monitor the execution of activities to ensure technical quality. The extensionists are the only real link to the farmers and their families who participate in activities promoted by the project. They live in or near the communities where they provide continuous technical assistance to try to meet the needs of local people. It is for this reason that a decentralized, horizontal organizational structure is applied to planning, monitoring and evaluation activities--all of which are carried out by the project's extension agencies.

#### A System of Operations for Extension Agencies

If an organization is to function efficiently, it must have a systematic management approach, within which all the activities carried out by project personnel fit into a scheme--an overall strategy that will take the project closer to fulfillment of its objectives. What was lacking in NRMP was a system to give logic to the execution of field activities as well as provide sequence, order and scientific validity.

Such a system does nothing more than provide a flexible framework within which the personnel of a project's field extension agencies can:

- define priority work areas;
- assess the needs of local communities and the condition of the natural resources base;
- formulate technical assistance strategies and select appropriate interventions;
- plan a chronological sequence for the year's technical assistance activities;
- plan and evaluate the execution of activities on a monthly basis;
- scientifically monitor the level of success and validity of techniques being implemented; and
- annually evaluate the efficiency of the technical assistance effort and level of farmer acceptance of the interventions being promoted.

These steps are illustrated in figure 3 and discussed further in the following subsections.

#### Initiating the Planning Process and Development of Annual Work Plans

Generally, the planning process employed by extension agencies consists of a series of steps that begin with the collection of preexisting biophysical data concerning the agency's work

area. These are usually basic topographical maps, information on climate and soils, and a current land-use map. A single map is produced that overlaps current land use (including vegetative cover) and slope classes. The result is a map of priority work areas that indicates where traditional land use is currently outside the land's capacity (based on slope) to support that use (table 1).

After priority work areas are delineated through mapped information, the next step involves the agency's informative diagnosis of priority areas. This diagnosis is designed to discover, update or otherwise generate the basic information necessary to make accurate decisions in selecting technologies that are appropriate to local agro-ecologic and socioeconomic conditions, and formulating strategies for transferring those technologies to local populations. These diagnoses are based primarily on literature searches, direct observation during reconnaissance and informal interviews with local people--they are not based on surveys. Information collected during this phase includes data on the local population and its vocation(s), land tenure and use, farming and resource-utilization systems, communal organization, local variations in soils and climatic conditions, and current status of the natural resources base. The diagnosis is intended to characterize each priority community and identify representative farms and resource-utilization systems that can be extrapolated for priority work areas.

With the informative diagnosis completed (this usually involves a series of maps, graphs and organized notes on each priority area and its communities, but more importantly, familiarity with the communities and people), the extension agency begins the formation of strategies for each community to be organized or farmer group in the

Table 1--Categories used for delineation of priority work areas, produced by overlapping maps of land use/vegetative cover and slope for the same area.

Priority Activity	Slope (%)	Current Land Use/ Vegetation
Agronomic measures	0-15	agriculture
Mechanical conservation structures with agronomic measures	15-50	agriculture
Pasture improvement	0-50	natural or cultivated pasture
Reforestation	>50	agriculture or pasture
Forest management/ protection	>50a/	forest

a/ Should also include management of any areas currently under forest cover regardless of slope; priority given to areas with >50% slope.



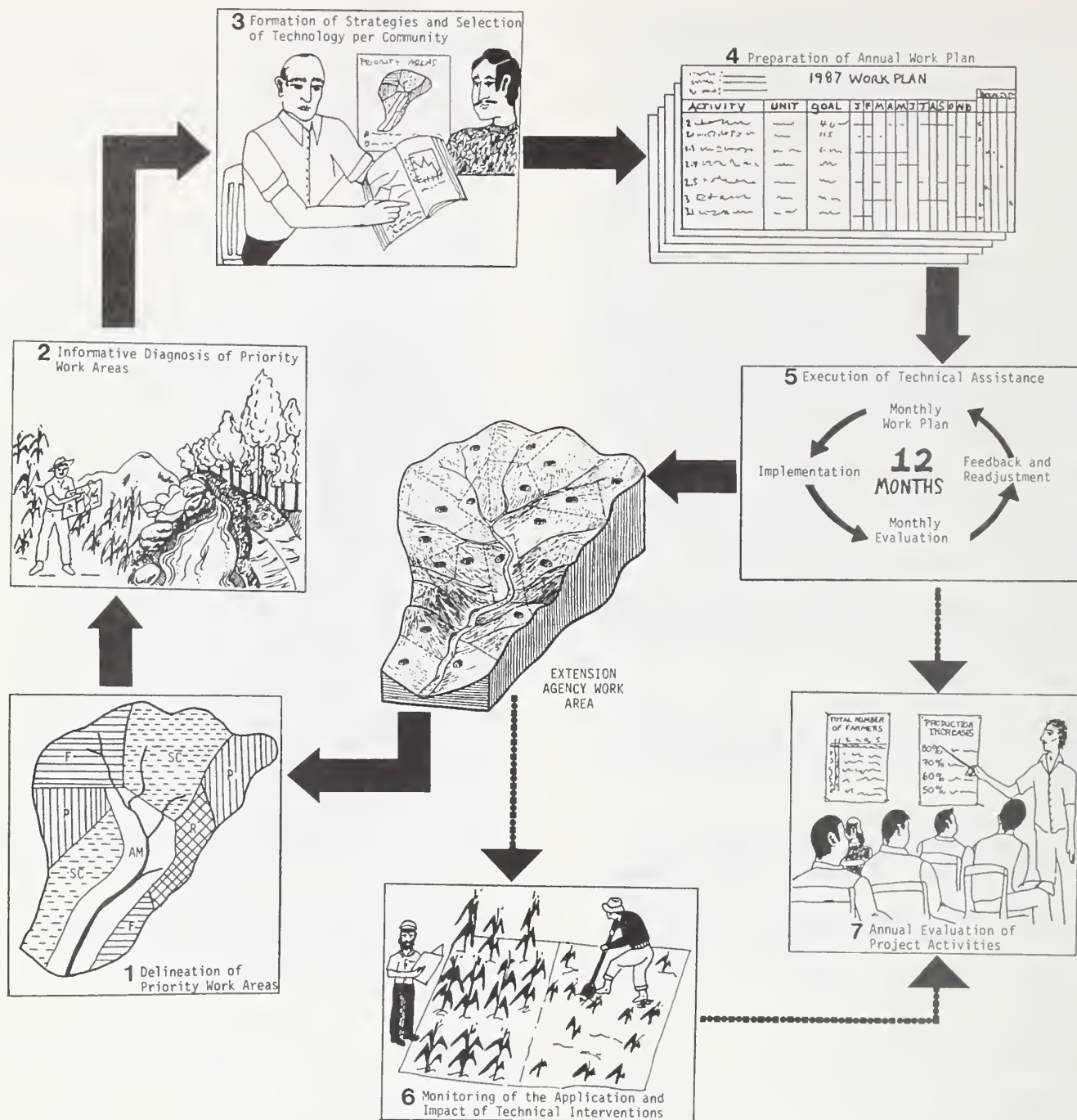


Figure 3--Sequential steps in planning, monitoring and evaluation of technical assistance activities.

case of communities that are already organized. Certain technical interventions are selected and assigned a percentage ranking according to their importance for each community or group. The more important an intervention is for a community, the greater percentage of time the extension team will spend on it. This phase also includes a preliminary estimation of numerical physical and human goals for the community that will be included in the agency's annual work plan.

The annual work plan is then prepared by the extension agency team (fig. 4). The plan is a format comprised of four parts. The first is a listing of strategies for communities and/or farmer groups in the agency's work area, developed in the preceding phase. By aggregating the strategies for all the communities, it is evident to the team which interventions will take up the majority of their time. The second part of the plan lays out a summary of numerical physical and



NRMP--Annual Work Plan				Part 1: Work Strategies and Priorities							
Community or Group	Soil Conserv. Ag. Practices		Pasture & Range Management		Reforestation Forest Mgmt.			Development of Women's Activities			
La Libertad	Rock walls, gr. manure, contour furrows (40%)		Cut pasture of Pennisetum (20%)		Living fences of Gliricidia (15%)			Home gardens, broom-making (25%)			

NRMP--Annual Work Plan										Part 2: Summary of Goals by Component			
Community or Group	Pasture Management				Reforestation								
	Plant Improved Grasses		Manage Existing Pasture		Agroforestry			Closed Plantations					
	ha	Participants	ha	Participants	Mts.	Particip.	ha	Participants					
La Libertad	14	23	55	42	25,000	61	4.5	6					

NRMP--Annual Work Plan															Part 3: Scheduling of Technical Assistance			Respons.			23
Description of Activity	Unit of Measure	Annual Goal	No. of Particip.	Calendar of Execution												Manny	Moe	Jack			
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D						
Soil Conservation																					
- Promotion of techniques	Mtgs.	10	300	-----												----	*			14	
- Educational field trips	Trips	15	250	-----												----		*	*	81	
- Establishment of demonstrations	Plots	12																		103	
- Constructions:																				24	
Rock walls	Mts.	12,000																*		11	
Hillside ditches	Mts.	--																*		9	
Bank terraces	Mts.	--																*			
Grass barriers	Mts.	15,000																*			

NRMP--Annual Work Plan									
Part 4: Materials and Equipment Needs									
Article		Quantity		Date					
- 12-20-12 fertilizer		6 100-lb sacks		4-4-87					
- Shovels		160		1-10-87					
- Picks		200		1-10-87					
- Soil test kit (HACH)		1		2-1-87					

Figure 4--Four essential parts of the annual work plan.

human goals for the principal technical interventions to be promoted in each community or group. It is here that team members can visualize in graphic form where they will be concentrating their efforts. A third part of the plan is quantifying and scheduling technical assistance for the entire year. The agency's activities are divided by technical focus (e.g., reforestation, pasture management, agricultural practices), and a series of sub-activities described. These sub-activities are standardized on the annual work plan format used by all extension agencies; hence, reporting is also standardized. Each has a unit of measurement that is used to estimate the sub-activity's physical (number of hectares, trees, farm visits) and human outreach goals (number of farmer participants or beneficiaries) for the year. Sub-activities are then scheduled, indicating the season for realization of each and which team member has primary responsibility for coordinating the effort. The fourth and last part of the plan is a procurement form, designed so

that the extension agency team can request all the materials and equipment needed to carry out the work plan.

Extension agency teams fill out the format in draft, and these drafts are then circulated in the central project office for review by the project director and staff of the Planning and Technical Assistance Unit. At a three- to five-day meeting during the last month of the work year, project personnel meet to discuss each agency's work plan to arrive at a final annual work plan. Any changes or improvements are made during this annual planning event, and the plans are then approved.

#### Monthly Planning and Evaluation Process

The extension agency's annual work plan is the cornerstone for implementation of project-related activities. Because of the usual obstacles and unstable nature of this type of project (e.g.,

funding delays, politics, erratic rains, personnel changes), it is important to build in a certain flexibility and, at the same time, a mechanism to renew or "recharge" the plan. For this reason, the monthly plan and evaluation was developed, which is nothing more than a two-in-one format that is taken word-for-word from the annual work plan's schedule of technical assistance (fig. 5).

On the first day of each month, the agency team consults the annual work plan for the activities that correspond to that month. Where the calendar and month intersect, a monthly goal is set for the sub-activity, which is a portion of the annual goal for that activity. After 30 days of implementation, the agency team returns to the monthly plan on the first day of the following month and evaluates the level and quality of implementation for the planned activities. Problems or obstacles to successful implementation are detected and dealt with by the team and its supervisor after a review of the monthly evaluation; the format then forms the basis for reporting. After the preceding month's activities have been evaluated, the team fills out a new plan for the coming 30 days, and the cycle repeats.

It is important to point out that no annual work plan can remain accurate and true to date throughout the year. Activities that are not implemented during the month planned can be carried over to the next or otherwise revised on the next month's work plan. The process provides a cyclical mechanism whereby the extension agency's activities are tied closely to its annual work plan, yet subdivides the plan into a more manageable time frame. At the same time, the process facilitates ongoing assessment of the agency's progress, indicating problems or weak areas, yet permitting replanning of numerical goals according to the real capabilities of agency personnel and varying biophysical and socio-political conditions that affect implementation.

## Monitoring Technical Interventions

The monthly planning and evaluation process is used to gauge the progress and efficiency of the extension agency teams in providing technical assistance to the target population. It is a mechanism for assessing the validity of the vehicle for technology transfer, not the technology. However, it is also of importance to assess the validity and efficiency of the technical intervention. Are the trees being planted really fast-growing? Will the new corn planting densities increase production per hectare by 50 percent? Can the introduction of a cut-and-carry pasturing scheme increase animal weight by 15 percent and milk production twofold? Is the investment of time and labor in constructing rock walls on the contour actually going to reduce erosion and increase the soil's water-holding capacity?

These are technical and economic questions that all farmers will eventually answer when they try the technical interventions on their own farms. It is best to know the production potential of the interventions before and during the life of the project, if only in relative terms. For this reason, a scheme was developed for monitoring technical interventions at the farm level. This scheme is not intended to provide a design for scientific investigation; rather it is a framework for gathering the minimum information needed for monitoring selected interventions to better understand and calculate their efficiency, outputs, applicability and cost/benefit ratio.

Extension agency personnel decide which techniques need to be monitored. They then select a sample of five to 10 percent of all the farms where a given technique is practiced. For each farm, a monitoring form is filled out. It consists of:

NRMP--Monthly Work Plan and Evaluation						Respon.			January 1987
Description of Activity	Unit of Measure	Monthly Goal	Evaluation			Moe	Jack	Narrative	
			Executed	% of Goal	No. of Particip.				
<u>Soil Conservation</u>									
- Promotion of techniques	Mtgs.	2	1	50	35	*		2 <sup>nd</sup> meeting cancelled	
- Educational field trips	Trips	3	5	+100	75		* *		
- Establishment of demonstrations	Plots	1	1	100	5	*			
- Constructions:									
Rock walls	Mts.	2,000	1,200	60	15		*	Moe had the flu	

Figure 5--Monthly work plan and evaluation format closely resembles Part 3 of annual plan. Thus, the 12 monthly plans represent the disaggregation of the annual plan.



- a copy of the agency's general topographic map showing the farm's location;
  - sketch of the farm's layout before the intervention, depicting land use and an annotated legend detailing aspects of resource use, production systems, local soil and climatic factors, and other pertinent data;
  - space for sketching the technical interventions as they are implemented, using the same scale as for the sketch of the current situation; and
  - one or more data sheets, each for monitoring a particular series of interventions, such as reforestation and forest utilization, planting and management of improved pasture, or agronomic measures for cultivating corn.
- presentation and discussion of case studies for technical assistance experiences specific to each principal technical component to analyze corresponding successes and failures;
  - analysis of the adaptability and acceptability of each intervention, from the perspectives of farmer beneficiaries and extensionists;
  - identification and discussion of political, managerial, administrative and logistical obstacles that inhibit the timely provision of quality technical assistance to the target population;
  - identification of technical "voids" and needs for training so that extensionists can be better prepared to transfer appropriate technology; and
  - technical, administrative and managerial recommendations leading to a more efficient and successful operational methodology for the project in the coming year.

The monitoring form is continually updated and used as the basis for closely following the application of selected technical interventions through planting and harvest cycles or each step of resource management and utilization. Inputs and outputs are calculated with the participation of both farmer and extension agent. Information from these monitoring forms is periodically synthesized by the agency and used to evaluate the validity of the interventions. Results are then extrapolated for all farmers practicing the techniques, and output figures can be calculated to analyze the impact of project activities for the agency's entire outreach area. Later, output and impact figures can be estimated for the entire project area.

#### Annual Project Evaluation

Just as the monthly plan has a monthly evaluation, so the year should terminate with an annual evaluation. The annual project evaluation is held in the last month of the planned year (in the case of NRMP, at the end of the calendar year) and is intended as an analysis of the project's methodology of execution and a feedback process in which all participating personnel can share in the experiences of the year, good and bad. Among other things, the annual project evaluation should include:

- a comparison of the year's annual work plan (in terms of orientation, strategy and goals) to recorded achievements;

In general, the annual evaluation is an event that is prepared in advance by circulating questionnaires to the extension agencies which cover all the aspects just mentioned. Answers from these questionnaires are consolidated and presented in a plenary session during the annual evaluation meeting, thus providing a basis for the evaluation. Results of these discussions are recorded and a consensus formed concerning the project's more pertinent technical and managerial aspects. This consensus is then carried over into the annual planning process for the coming year to consider the results of the evaluation for the preceding year. Thus, the annual evaluation is the prelude to annual planning for the coming year, and both processes are covered during the same three- to five-day meeting during the last month of the year. The annual evaluation and planning meeting, like the monthly planning and evaluation process, is cyclical and provides a continuum for the project from year to year.

#### Literature Cited

1. Dulin, P. Procedimientos para el manejo de proyectos de recursos naturales. Tegucigalpa, Honduras: Proyecto Manejo de Recursos Naturales, Secretaria de Recursos Naturales/USAID Proyecto No. 522-0168; 1986. 120 p.



COUNTRY ENVIRONMENTAL PROFILES :  
A TOOL FOR RESOURCE ASSESSMENT  
AND NATIONAL PLANNING 1/

Alberto M. Vargas and Robert Winterbottom 2/

---

Abstract -- Environmental Profiles are documents containing information on a country's environment and natural resources, which can be prepared in the host country, and are used for national planning and as part of a process for setting development or conservation policies. This paper describes the process, scope and usefulness of country environmental profiles based on IIED's experience.

Abstracto -- Perfiles Ambientales son documentos que contienen informacion del ambiente y recursos naturales de un pais, pueden prepararse en el pais en cuestion y son usados en la planeacion nacional o como parte de un proceso para la elaboracion de politicas de desarrollo o conservacion. Esta ponencia describe el proceso, alcance y utilidad de los Perfiles Ambientales basandose en la experiencia de IIED.

---

## INTRODUCTION

IIED - The International Institute for Environment and Development - is a global non-profit organization that advocates the productive use of soils, water, forests, and other natural resources, stressing the inescapable relationships among environment, economic growth and human needs. Established in 1971, IIED received early leadership from Barbara Ward, the renowned British economist and humanitarian. She promoted sustainable development as IIED's guiding principle.

The Institute employs staff from around the world and operates from offices in London, Washington, and Buenos Aires. Funding for IIED's programs comes from corporations and private foundations, international organizations, governments, and concerned individuals.

-----  
1/ Paper presented at the International Conference and Workshop on Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Alberto M. Vargas was a Barbara Ward Fellow with the International Institute for Environment and Development, in 1985-1986., and Robert Winterbottom is Deputy Director of Natural Resource Assessments for the Environmental Planning & Management Project of the North American office of the International Institute for Environment and Development, Washington, D.C.

IIED's sustainable development programs include policy research, field activities, and information dissemination. Its agenda encompasses forestry and land use, sustainable agriculture, marine resources, human settlements and energy. The Latin American office has also developed an annual Seminar and Publications Program and produces a "Quarterly Bulletin on Environment and Urbanization", which circulates throughout the region.

IIED's field services, through the Environmental Planning and Management Project, which operates under a cooperative agreement between IIED and USAID, provide technical assistance to USAID missions and governments around the world. In its fieldwork, the project emphasizes :

- ° the planning and organization of natural resource assessments for developing countries;
- ° supporting nongovernmental organizations in developing countries that take up and spread the concept of environmentally sound development.

In its assessment and data collection activities concerning developing countries, IIED is careful to involve scientists, planners, academics, government policy experts and others involved in national institutions and non-government organizations from within the host country so that the final products of the assessment will reflect their insights and have a greater long-term impact.

IIED's Non-Governmental Organization Program to "Help-Citizens' Environmental Groups to Help Themselves" provides assistance to Third World groups to help them become self-reliant in administration and management, environmental programming, and fund-raising. This fieldwork, like much of the work at IIED, stresses the belief that local people have the best insights into what their countries need.

For more than 12 years, IIED's news and information program (Earthscan), has provided information that is authoritative, accurate and readable. In collaboration with the media, non-governmental organizations, and aid agencies, IIED/Earthscan works to influence public attitudes and government policies as to why sound environmental policies are necessary to lasting development by circulating press briefings, organizing seminars and by researching and publishing information on environment/development issues.

#### ENVIRONMENTAL PROFILES

To date country environmental profiles and similar studies have been funded by USAID and others, in more than 50 developing countries. The purpose of environmental profiles is to provide a comprehensive picture of a country's environment and natural resources, including an analysis of present use, management and conservation of natural resources such as soil, water, trees, forests, and rangelands that are of fundamental importance to sustained economic development and social well-being. Ecologically sound development planning must be based on a clear assessment of a country's natural resource potential. Frequently, information necessary for such an assessment is widely dispersed and not readily accessible. The profiling process can serve to collect, integrate and publish this information in a manner which is useful to scientists, planners and decision-makers.

#### SCOPE AND CONTENT OF ENVIRONMENTAL PROFILE REPORTS

Two phases can be distinguished in regard to the scope and content of environmental profile reports. Phase I profiles are preliminary desk studies that typically include chapters on geography and climate, population, natural resources and environmental problems. Available data on soils, vegetation (pasturelands, forestlands, other natural vegetation) water resources, wildlife and protected areas are summarized. Some Phase I reports also include information on land use and agriculture. Phase I profiles typically have been based on a search of literature and documents available in the U.S. The majority were drafted by either the University of Arizona/Office of Arid Land Studies, or the Library of Congress. Most of the reports are available as 50-75 typewritten pages.

The Phase II profiles are in-country studies that include considerably more information on natural resources and environmental problems, as well as institutional, policy and legal aspects of environmental conservation and resource management. Thus the Phase II Profiles include unpublished information collected during "field studies" and are generally much more comprehensive and accurate reports. Phase II profiles usually conclude with a series of recommended strategies or actions needed to deal with environmental issues and have in many cases been printed with illustrations, maps and other graphics.

#### THE PROFILING PROCESS

Experience gained by IIED and others during the completion of earlier profiles has suggested that the profiling process is most successful when carried out over a period of 6-18 months, in order to allow for a maximum amount of local participation by agencies, organizations, and individuals in the country under study (1, 2). It has also proved effective to identify a local institution which can take the lead in preparing, reviewing and disseminating the profile. The profiling process can be designed to strengthen these local institutions and enhance their capability to follow through with the recommendations of the profile report and periodically revise the profile. This implies that the profile is developed and made widely available in the national language of the subject country.

For example, the Environmental Profile of Paraguay, which was completed over a period of 54 weeks, was carried out nationwide, with an intersectoral approach. The Paraguayan Technical Planning Secretariat and IIED jointly worked out the theoretical framework and methodology that was used in developing the profile (3).

Specialists who participated in the project were chosen by the Office in charge of the Environmental Profile of Paraguay based on their knowledge, pragmatism, and team spirit. A total of 31 specialists were contracted, 21 of them Paraguayans, and 10 from abroad. Paraguayan and non-Paraguayan consultants covered the 20 specific areas or sectors into which work of the Profile was organized. In 11 areas, Paraguayan and international specialists worked together.

Beginning by reviewing existing information, the specialists double-checked this information and carried out personal interviews. When necessary, sectoral information was complemented with field trips. The sector reports prepared by the



specialists were integrated, rendered mutually consistent, and summarized by the Profile's permanent technical staff, which was in charge of analyzing the documents. The technical staff also summarized the definitive conclusions relating to Paraguay's environmental outlook. Finally, the permanent staff identified possible actions or ideas for projects that would be of interest to the entire nation.

#### USEFULNESS OF ENVIRONMENTAL PROFILES

Profiles provide a bench mark description of the extent and condition of a country's natural resources that can provide a basis for evaluating trends in resource use and areas of significant environmental changes in the future. They also promote recognition of the environment as a system of interacting and interdependent natural, agricultural, industrial, urban and other components with numerous opportunities for both complementarity and conflict. Profiles can also serve to highlight crucial gaps in our knowledge of the environment and natural resources--knowledge that must be complete if sustainable development is to occur.

Both Phase I and Phase II profiles have been used by host country government agencies, USAID and other bilateral and multi-lateral development assistance agencies as a compendium of information needed for development planning. They identify major existing and potential problems related to natural resource management, and illustrate the interdependencies among the various development sectors. Profiles have helped to prepare program strategies and to identify investment needs in natural resource management. They can also assist in land use analysis, planning of agriculture and rural development, and in identification of policy initiatives.

#### COUNTRIES WITH ENVIRONMENTAL PROFILES AND SIMILAR REPORTS

The attached table summarizes the availability of various types of reports and studies on the environment and natural resources in the different countries listed. Developed countries have been excluded from the list, as have developing countries for which no information is available.

Five different sources of information are indicated. Phase I and Phase II Profiles are based on the University of Arizona or the Library of Congress reports, and in IIED/USAID project.

The "state of the environment reports" are similar in scope to environmental profiles, and have been produced in the country under study, often by a local NGO.

National Conservation Strategies (NCS) include some of the same information brought together in Phase II profiles, and are generally coordinated through the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).

In a number of countries, other types of natural resource assessments have been completed, which bring together similar information to that reviewed in environmental profiles. These and other reports on natural resources and the environment which cover a sub-national region or smaller area than country environmental profiles are also listed in this category.

#### AVAILABILITY

Photocopies of Phase I profiles are available at cost from the University of Arizona/OALS, 845 N. Park Avenue, Tucson, Arizona 85719 USA.

Copies of both Phase I and Phase II profiles, together with selected state of the environment and other regional/district natural resource assessments reports are available from the International Institute for Environment and Development (IIED), 1717 Massachusetts Avenue, N.W., Suite 302, Washington, D.C. 20036 USA. Telephone #(202) 462-0900). Phase I profiles are generally available only in English, whereas Phase II profiles may also be available in Spanish or French.

Copies of documents related to the preparation of National Conservation Strategies are available from the Conservation for Development Centre, IUCN 1196 Gland, Switzerland.

#### REFERENCES

1. Dickinson III, Joshua C. The Country Environmental Profile : Process and Product. Report AS-18 EPM/IIED. Washington, DC. January 1984.
2. Marcus, Susan. Country Environmental Profiles : A Booklet for Producing Environmental Profiles Based on an Evaluation of Profiles Conducted Prior to 1983. Report AS-30 EPM/IIED. Washington, DC. June 1984.
3. McCaffrey, Dennis; Hartshorn, Gary; Wood, Diane. Provisional Scope of Work for the Paraguay Country Environmental Profile. Report AS-31 EPM/IIED. Washington, DC. April 1984.



COMPOSITE LISTING OF SOURCES OF INFORMATION ON  
NATURAL RESOURCES AND THE ENVIRONMENT IN DEVELOPING COUNTRIES

REGION/COUNTRY	PHASE I PROFILE	PHASE II PROFILE	STATE OF ENVIRONMENT REPORT	NATIONAL CONSERVATION STRATEGY	OTHER NATURAL RESOURCE ASSESSMENTS
<u>Sub-Saharan Africa</u>					
Botswana				IP	
Burkina Faso	X	E			
Burundi	X				
Cameroon	X				
Cape Verde Is.	X				
Central African Rep.					
Chad					
Gambia	X				
Ghana	X				
Guinea	X				
Guinea-Bissau				IP	
Ivory Coast				IP	
Kenya					X (ETMA)
Lesotho	X				
Liberia	X				
Madagascar				X	
Malawi	X				
Mali	X				

REGION/COUNTRY	PHASE I PROFILE	PHASE II PROFILE	STATE OF ENVIRONMENT REPORT	NATIONAL CONSERVATION STRATEGY	OTHER NATURAL RESOURCE ASSESSMENTS
Mauritania	X		E(NAS)		
Niger	X				
Nigeria					
Rwanda	X				X (RRAM)
Senegal	X			IP	
Sierra Leone				IP	
Somalia					X (JUBA)
Sudan	X				X (REDSO/IES)
Swaziland	X				
Tanzania					
Uganda	X			IP	
Zaire	X	E,F			
Zambia	X			X	
Zimbabwe	<u>X</u>	<u>—</u>	<u>—</u>	<u>IP</u>	<u>—</u>
SUBTOTAL	21	2	1	9	4

REGION/COUNTRY	PHASE I PROFILE	PHASE II PROFILE	STATE OF ENVIRONMENT REPORT	NATIONAL CONSERVATION STRATEGY	OTHER NATURAL RESOURCES ASSESSMENTS
<u>Asia/Near East/North Africa</u>					
Bangladesh	X			IP	
Burma	X				
Egypt	X				
India	X		E		
Indonesia					X (Gov't)
Jordan	X			IP	
Laos					
Malaysia				IP	
Morocco	X				
Nepal	X			IP	
Oman	X				
Pakistan	X				
Philippines	X			X	
Sri Lanka	X			IP	
Syria	X				
Thailand	X	IP			
Tunisia	X				
Turkey			E (EPFT)		
Vietnam				IP	
Yemen	<u>X</u>	<u>      </u>	<u>      </u>	<u>      </u>	<u>      </u>
SUBTOTAL	15	1	2	7	1



REGION/COUNTRY	PHASE I PROFILE	PHASE II PROFILE	STATE OF ENVIRONMENT REPORT	NATIONAL CONSERVATION STRATEGY	OTHER NATURAL RESOURCES ASSESSMENTS
<u>Latin America/Caribbean</u>					
Central America Regional		IP			
Barbados	X				
Belize	X	E			
Bolivia	X	E(S-IP)			
Costa Rica	X	E,S			
Dominican Rep.		E,S			
Ecuador	X	S	S(F.Natura)		
El Salvador	X	S			
Guatemala	X	S			
Guyana	X				
Haiti	X	IP		IP	
Honduras	X	E,S			
Jamaica	X	IP			
Mexico			IP		
Nicaragua	X				
Panama	X	S			
Paraguay		E,S			
Peru	<u>X</u>	<u>IP</u>	<u>                    </u>	<u>                    </u>	<u>                    </u>
SUBTOTAL	14	14	2	1	0
	====	====	=====	====	===
TOTAL DEVELOPING COUNTRIES	50	17	5	17	5

## ABBREVIATIONS

"X" = report prepared, available in English  
"E" = report available in English  
"S" = printed report available in Spanish  
"F" = printed report available in French  
"IP" = printed preparation of report in process/underway; interim or draft reports may be available

<u>EPFT</u>	Report prepared by the Environmental Problems Foundation of Turkey
<u>ETMA</u>	District Assessments funded through the USAID regional project. "Environmental Training and Management in Africa."
<u>F. NATURA</u>	Book prepared under the auspices of Fundacion Natura, a local environmental NGO.
<u>JUBA</u>	Environmental impact assessment for the Juba River Development.
<u>NAS</u>	Report on Environmental Degradation by the National Academy of Sciences
<u>RRAM</u>	Regional Environmental profile by the USAID - funded Ruhengeri Resource Analysis and Management project, in the Ruhengeri prefecture.
<u>REDSO/IES</u>	Natural Resource Pre-assessment coordinated by the USAID Regional Economic Development Support Office (Nairobi) through the Institute of Environmental Studies (University of Khartoum)

Dr. Michael R. Keyes<sup>2/</sup>

Resumen--Utilizando a México como un ejemplo, se señala que la planificación nacional de recursos ya existe. Las decisiones ya tomadas han impactado en forma definitiva los recursos principales en el trópico: los ecosistemas y sus sociedades. El modelo conceptual utilizado actualmente para impulsar los programas agropecuarios, hace patente ese impacto, ya que las metas nacionales no toman en cuenta el desarrollo propio del trópico. Acciones responsables son necesarias.

Abstract--Using Mexico as an example, national resources planning already exists. The decisions already made have definitely impacted the principal resources in the tropics: their ecosystems and societies. The conceptual model currently employed to promote agricultural projects, clearly shows this impact, given that the national goals do not recognize the proper development of the tropics. Responsible actions are necessary.

## INTRODUCCION

La presente discusión se conceptualiza en lo básico de la planeación de programas impulsados por parte del sector oficial en los campos afines de la agricultura. Los ejemplos se toman de las experiencias comúnmente discutidas en la vida cotidiana de México. Sin embargo, existen situaciones similares en muchas partes del mundo en desarrollo y probablemente situaciones más complejas y contradictorias en los países industrializados. La crítica y autocrítica juegan papeles básicos para ajustar mejores mecanismos, los cuales buscan solucionar las dificultades que se enfrentan. La aplicabilidad de un caso en específico, dependería del contexto cultural en cuanto al grado relativo de avances en la modernización y transformación de los recursos naturales.

Se considera que los conocimientos no son libres de valores (Jackson, 1980). El supuesto tomado aquí es que la mayor parte de los lectores son orientados hacia la ejecución de proyectos y/o en su planeación. La planeación, implementación, monitoreo o mantenimiento deben estar acordes con las metas del desarrollo de las comunidades a largo plazo. Ejercicios en planeación hacia lo contrario, sea por tener metas a más corto plazo o por el hecho de que no pueden ser realizados por los camoesinos (no obstante de tener objeción en el espíritu de profesionalismo) fallan entonces en lo general aunque registren avances definitivos. Por otro lado, la indiferencia practicada por los especialistas académicos se ve alineada con el subdesarrollo como es la situación actual. Una

buena labor de ingeniería o biología, no resuelve el problema de la falta de visión y dirección hacia donde van las zonas pluviales tropicales y sus habitantes.

### Planeación Nacional, Un Dilema Para el Trópico

En la mayoría de las zonas tropicales clasificadas como selváticas, la planeación pasada, presente o falta de ambas es un factor determinante de rumos. En la vida cotidiana se oyen dos contradicciones: que estamos saliendo de la crisis con los mayores esfuerzos y el mismo día se escucha que se logra obtener más préstamos en instituciones y bancos (ni modo hay que pagarles). Manifestado más concretamente, la deforestación mediante programas para impulsar la recolonización, ganadería, y agricultura están encaminando hacia usos particulares de los recursos en el trópico con cambios culturales irreversibles. Las extracciones petroleras o de maderas finas representan lineamientos establecidos en distintos niveles de la planeación formal. Entonces no es suficiente preguntar a donde vamos. Antecedentes suficientes existen para la contestación. Más bien preguntarnos ¿Quiénes y cómo podemos contribuir para frenar esta locura?. De hecho existe una planeación global, la cual pone sombra sobre lo particular.

Los patrones se ven claramente. Se arriesga a perder lo sustancial en un país netamente agrario: sus campesinos. Por lo tanto, se ve contradicción: no hay lo esencial, o sea pan y tortillas para comer; pero existen simultáneamente subsidios para mantener artificialmente bajos los precios de la alimentación básica, para garantizar que las masas quienes han abandonado el campo tengan acceso al fruto de su labor. El valor de programas sostenibles es dudoso si los que son desplazados del campo en el proceso de modernización no entran

<sup>1/</sup> Ponencia presentada en la Conferencia Internacional Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. Chetumal, O. Roo, México, enero 25-27 1987.

<sup>2/</sup> Profesor-Investigador. Programa Interdisciplinario Académico Forestal. Colegio de Postgraduados. 56230 Chapingo, Méx. México



en un verdadero mercado productivo puede haber avances.

Es común oír de la descentralización. Pero para reconocerla, debe existir. Efectivamente existe en el caso de México más de mil personas que llegan diariamente al D.F. en busca de una mejor calidad de vida o por lo menos una más fácil y justa de la que conocieron como campesinos en provincia. Efectivamente los servicios (escuelas atención médica, transporte, electrificación y entretenimientos) son mejores, sin embargo, el desempleo y subempleo es cerca del 25%. Consecuentemente hay que atender a las necesidades con más servicios y recursos que se requieren al gobierno central. Replaneación nacional podría ayudar para mejorar las perspectivas de desarrollo regional en el trópico.

Si los países en vías de desarrollo van a poder controlar su propio destino hay que construir instituciones científicas y tecnológicas con base en su ventaja comparativa (NRC, 1984). Se supone que con entrenamiento en su medio se puede buscar tanto las soluciones como la confianza. Solamente científicos viviendo en países en desarrollo pueden tener a largo plazo, la capacidad de hacer contribuciones significativas referentes a los seres vivos (Budowski, 1975), incluyendo al hombre.

Actualmente las instituciones dedicadas a la resolución de la problemática en el trópico mexicano han sufrido una fuga de mentes. Este hecho ha sido provocado en parte por el burocratismo y la falta de apoyo, y en parte debido a la crisis económica con los sindicatos presionando por tener más del escaso presupuesto destinado a la investigación. Concretamente, se ven casos como: el Centro de Investigaciones de Quinta Roo, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos y el Colegio Superior de Agricultura Tropical hace dos años en situaciones de pura sobrevivencia. El proyecto académico de este último, se obligo a cerrarse según entiendo, por cuestiones políticas.

El apoyo nacional y posiblemente internacional se ve como una necesidad en el trópico mexicano hoy día. No va a ser sencillo. Según Weiss, (1979) es esencial que las instituciones internacionales perturben a las instituciones nacionales frágiles. Por otro lado, no parece que quienes toman las decisiones al respecto, estén convencidos de que pueden o quieren lograr un avance. El organismo máximo preponderante en el medio académico en México es la Universidad Nacional Autónoma que está sumamente centralizada. Aunque tiene estaciones experimentales en provincia, sus estudiantes, más de 300,000 se ven obligados a hacer la carrera en el Valle de México. Lo mismo sucede con las carreras de la antigua Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo hasta la fecha. Es triste ver que en el corazón de los descendientes de los últimos hombres libres de conquista, los rebeldes mayas de chan Santa Cruz (hoy Carrillo Puerto, Q. Roo), se ven obligados a escoger si quieren estudiar, entre hotelería o gastronomía en su Colegio local.

Se presenta entonces un dilema que requiere atención en el lugar donde se encuentran los recursos humanos. Por un lado la planeación regional en el trópico se ve obligada a refortalecer las instituciones locales que puedan luego autocapacitarse. La conservación de los recursos naturales renovables no pueden esperar a que las instituciones regionales aprendan en su labor; por el contrario, están presionados por las necesidades actuales para el desarrollo y por quienes intervienen en nombre de la producción. Una replanteación de uso y desarrollo de recursos en el trópico con toda seriedad, no puede dejar fuera de su análisis lo esencial de los recursos humanos.

#### La Situación en el Desarrollo de la Agricultura Moderna en el Trópico

Se van a destinar recursos al trópico para la explotación de los recursos naturales. Quiere decir que recursos humanos ajenos al trópico subsidiados por parte del sector oficial, van a venir.

Se puede racionalizar que inversiones en el sector agrario deben realizarse porque es mejor. Efectivamente existen ganancias en productividad cuando energía y capital son invertidos (Cleveland, 1984) y cuando existen avances tecnológicos. Visto históricamente, fueron tecnologías prestadas con mucho gasto inútil.

Como ejemplos podemos citar el Plan Chontalpa, Colonia de Yucatán, Uxpanapa, y posiblemente Plan Piloto Forestal de Quintana Roo. No trae todo malo por supuesto. Ecosistemas naturales van a ser explotados como nunca ha pasado. Dando cuenta del nivel educacional de las masas indígenas, hay expectativas y posibilidades remotas para parar lo inevitable y sancionando a quien va a obtener mayor beneficio y a quien, a largo plazo, va a quedar con los problemas generados en el lugar. Más allá todavía queda para analizar si la tecnología que estos proyectos traen son apropiados o no.

Lo esencial desde el punto de vista del científico o profesional en general, es evaluar una región tropical que puede ser con un inventario biótico o físico, lo cual determinaría el potencial de uso en cuanto a la agricultura moderna. Claramente es urgente definir el uso y las opciones más concretamente, referentes a la productividad del suelo. Según Sánchez y Buol (1975) 18% de suelos tropicales tienen alta saturación de base, los cuales pueden producir bien con la incorporación de nitrógeno. Otro 21% son demasiado superficiales, secos e inundados temporalmente. La mayor parte, un 61% de los suelos del trópico, tienen problemas con muy bajo estatus de bases; con excesos de aluminio, deficiencias de fósforo y hierro insoluble. Con técnicas modernas en el manejo del suelo (abonos orgánicos, labranza de conservación, combate integral de insectos y patógenos, biotecnología) las ganancias seguirán llegando.

La escala en la cual se implementa un proyecto agropecuario o forestal también tiene mucho que ver con los resultados finales. Para empezar hay costos

de oportunidad en obtener préstamos y costo de oportunidad en lo referente a perder el uso actual del área, potencialmente productiva con el uso actual u otro uso mejor a más largo plazo y lo que van a perder los habitantes en caso que ellos acojan algo que no les reditúa. Si el horizonte de planeación es corto y la escala grande, son muchos los poseedores de zonas frecuentemente selváticas desplazados en alguna forma y poca perspectiva para desarrollo. Logísticamente, la falta de materiales, transportaciones a tiempo y recursos humanos capacitados, conlleva atrasos en proyectos grandes. En la zona Maya, al sur del municipio llamado Felipe Carrillo Puerto, se encuentran unos cuantos kilómetros cuadrados desprovistos de árboles y sin ocupación alguna en el rancho X-Hazil. El gran tamaño evita la regeneración de árboles de utilidad; ni puede ser rentable el pastoreo del borrego "pelibuey" hoy día.

Un país con recursos financieros limitados, no puede tener el lujo de degradar los productos y servicios que ofrecen sus ecosistemas naturales (N.R.C., 1982). Las personas que deshicieron tierras productivas u otras, deben ser dirigidos a desarrollar sus próximos proyectos agrícolas o pecuarios en bosques secundarios. Se debe evitar desmontes en áreas grandes y optarse por crear mosaicos en la vegetación.

Un buen ejemplo de proyecto con escala apropiada y que no distrae en forma definitiva existe en Quinta Roo y en el Programa de Empleo Rural (PER). Los socios de PER se emplean una semana de cada cuatro para atender y desarrollar el cultivo de hortalizas utilizando riego por goteo. Los beneficios se distribuyen entre los socios después de entregar las primeras cosechas a los capitalinos en Chetumal, Quintana Roo.

#### Resolución Entre Dos Mundos en la Agricultura

La agricultura moderna representa un peligro amenazante para los seres humanos. No se niega que existen problemas dentro de la agricultura tradicional o de la moderna: erosión, compactación, pérdidas de germoplasma, plagas, etc; son legítimos todos ellos (Jackson, 1980). Sin embargo, enfocar y reenseñar un solo modelo puede dar pocas opciones para la sociedad futura que quiera dedicarse a la agricultura. La agricultura moderna siempre empieza con la arrastra de los ecosistemas naturales. Por supuesto se hace imposible que los forestales cumplan en su deber de corregir lo que se ha perturbado, caso de que los agroecosistemas creados dejen de producir.

En la ciencia agronómica existe, sobre todo en este siglo, la coexistencia y la contradicción entre dos modelos conceptuales. El dominante considera la agricultura como una actividad productiva estrictamente ligada al mercado. Los agrónomos se forman por lo general en este contexto, aplicando sus conocimientos técnicos al apoyar a quienes opten por producir mayores ganancias en un mercado empresarial (Comité Editorial, 1985 ).

El agrónomo en el segundo modelo, incipiente a la fecha, por no tener un medio educativo, oficial en el cual formarse, impulsa la producción en el marco de la racionalidad, determinada por el contexto cultural y en su medio natural (Comité Editorial, 1985). Un campesino señaló, durante la conferencia sobre el sistema transhumante, que estaría muy agradecido si el sector oficial "no nos deja solos" respecto a las investigaciones sobre la agricultura tradicional. Lo inadecuado o incipientes de nuestro conocimiento al respecto, no debe ser pretexto para no contener la destrucción o dejar que el proceso en marcha se acelere. Si los sectores oficiales se dedican a enfocar sus programas hacia la producción de bienes múltiples, entonces el cuchillo que se aplica a los ecosistemas naturales de la frontera agrícola y pecuaria será menos destructivo y a remediar los efectos negativos en el caso de no tener éxito a perpetuidad.

Cambiar sistemas de producción tradicional, requiere la inversión intensiva, frecuente y precisa de sustancias halóctonas, sobre todo nutrientes (Buschbaker, 1986). Aún no se justifica el ¿porqué? hay que cambiar en su totalidad los sistemas agrícolas tradicionales y su entorno cultural.

Un acercamiento más integral del uso de suelo y a favor de los habitantes se hace inminente en la planeación regional. Los proyectos de uso exclusivo, por ejemplo, la ganadería o la siembra de cassava se prefieren sembrar usar los suelos mejores. Pero estas dos ocupaciones pueden existir bien en suelos más ácidos (NRC, 1982). La proliferación de la ganadería extensiva y agricultura no sostenible son ejemplos de programas impulsados por el sector oficial sin tener una verdadera planeación regional.

La expedición de un proyecto para que se tome procedencia corre el riesgo de trauma ambiental y humana (UNESCO, 1978). Una ética para alta producción por más amplio número de gente en el largo plazo, no ha llegado al trópico, falta todavía de una ética de las tierras para una mejor planeación regional y desde luego nacional. Quizás lo básico de desarrollo regional no es tanto los proyectos productivos sino el grado de integración de desintegración que estos proyectos repercuten al medio rural.

Tomamos un caso particular. Un campesino ejidatario con casa (choza) propia, huerto familiar, animales del solar, tres hectáreas de milpa, electricidad subsidiada, pozo comunitario, escuela gratuita para los niños. Se dedica de seis a ocho semanas a trabajar, pagado como asalariado y una semana dedicado a atender proyectos dentro de la comunidad. Participa cuando se necesita en la asamblea. Cosecha entre dos a seis toneladas de maíz y media tonelada de fruta, doscientos kilogramos de frijol y una cantidad variable de calabaza. Pregunto si debemos distraer y cambiar la cultura que permite a este señor y a su familia desarrollarse. Este no es necesariamente un caso de pobreza.



El hecho de ignorar a los pobladores locales en programas de desarrollo en el trópico de este mundo moderno, es una actitud bastante generalizada. Ni parece que se pueda dejarlo vivir. Las multitudes de programas propuestos por el sector oficial en proyectos con usos exclusivos además de gastar recursos financieros, lograron dividir y estratificar a los habitantes en el principal punto que los reúne: el uso de la tierra.

Ahora bien ¿Cómo se canalizan los recursos hacia el trópico en tal forma que se tendrá impacto favorable en el desarrollo?. Para esto se pueden encaminar algunas estrategias, si aún hay suficiente interés por parte de los profesionales y de los que toman las decisiones para reconocer que, si va por mal camino el desarrollo del trópico, están ellos para tomar una posición que represente a los grupos que pretendan ayudar como servidores públicos.

Para recalcar mucho de la polémica que se enfrenta en el desarrollo de comunidades rurales se debe señalar la adopción de modelos de producción ajena. Las actividades requeridas para sostener sistemas de producción moderna, garantizan a la vez un desequilibrio social-económico y cultural (Herández X., 1984).

Sería bueno destacar con claridad los tipos de proyectos que han tenido éxito en el trópico en dar una mejor calidad de vida a sus habitantes regionales. Sobre todo retener o proveer en los proyectos, la opción de adecuarse a las tecnologías, dentro del alcance de las comunidades que vivan de la energía de biomasa. El enfoque de proyectos para desarrollo en el trópico, con pocas excepciones como obras hidráulicas y electrificación, deben dirigirse a la enseñanza, investigación, extensión y tecnificación, de tal manera que se resuelvan las diferencias y las desigualdades entre los dos mundos.

#### Literatura Citada

1. Budoski, G. Scientific imperialism. 1975. Unasylva 27: 24-30.
2. Buschbacker, R.J. Tropical deforestation and pasture development Bioscience. 1986. 36(1) 22-28.
3. Cleveland, C.J., R. Cestanza, C.A.S. Haili and R. Kalefmama. Energy and the U.S. Economy. A biophysical perspectives. 1984. Science Vol. 225. 890-897.
4. Comité Editorial. Xolocotzia. Obras de Efraím Hernández Xolocotzin. Tomo 1. Presentación. Geografía Agrícola. Chapingo, México 1985. p. 11-13.
5. Hernández X., E. La relación hombre-naturaleza en el futuro. Seminario sobre recursos naturales. Universidad Autónoma Chapingo. 1984. Ponencia inédita.
6. Jackson, W. New roots for agriculture. 1980. Univ. of Nebraska, Press, Lincol. 150 pp.
7. National Research Council. Ecological aspects of development in the humid tropics; National Academy Press. 1982. Washington, D.C. 297 pp.
8. Revelle, R. Energy dilemma in Asia: the need for research and development. 1986. Science 290: 164-174.
9. Sánchez, D.A. and N. Buol. Soil of the tropics and the world food weis. 1975. Science 188: 598-603.
10. Sánchez, P.A. Soil fertility and considerations for agroforestry systems in the humid tropics of Latin America. Pages 1-24 in: H.O. Morgi and P.A. Hartley (eds.) 1979. Soils research in agroforestry ICRAF. 001e. Nairobi.
11. UNESCO. Tropical forest ecosystems a state of the knowlde report prepared by UNESCO, FAO, UNEP. 1970. Natural resources research. XIV. UNESCO. París, 683.
12. Weiss, C., Jr. Mobilizing technology for developing countires Science and Public Policy. 1979. October: 359-371.



LAND EVALUATION FOR INDUSTRIAL AFFORESTATION AND  
REFORESTATION PROGRAMMES: A CASE STUDY OF SAO HILL  
FOREST PROJECT IN TANZANIA.

Aaron S.M. Mgeni 1

Colin Price 2

---

Abstract -- Designing a quantitative planning scenario for Sao Hill Forest Project which produces sawlogs and pulpwood is the theme of this paper. Land evaluation is effected as a combination of biophysiographic approach and Social Cost-Benefit Analysis. The methodology is a feasible planning tool.

---

### Introduction

Tanzania (a one party state) has adopted "central planning." Any planning generally starts with the Party defining the development policies and strategies in broad terms to be pursued by the government. The central government then translates the party policies and strategies into planning guidelines to be implemented by various sectors of the economy. Forestry is one of the sectors identified as being indispensable for Tanzania's economic development.

The realisation of Tanzania's development strategy being propelled by micro-level decisions, quantitative micro-level planning is imperative. This is particularly important because the planning guidelines from the central government are essentially qualitative in content. Consequently, at the micro-level these qualitative guidelines need to be quantified into operational goals and targets.

The feasibility of designing a planning scenario for forest project planning at the micro-level is attempted here through a case study of Sao Hill Forest Project - the largest state-owned industrial plantation in Tanzania.

- 
1. Aaron S.M. Mgeni is Senior Lecturer, Department of Forest Mensuration and Management, Faculty of Forestry, Sokoine University of Agriculture, P.O. Box 3013, Morogoro, TANZANIA.
  2. Coline Price is Lecturer, Department of Forestry and Wood Science, University College of North Wales, Bangor, Gwynedd LL57 2UW, U.K.

---

© Mgeni and Price

### Sao Hill Forest Project

#### Description of the project

It is the largest state-owned plantation project with about 40,000 ha planted by 1986.

The gazetted area is about 95,000 ha of which 65,000 ha are suitable for production forestry. The main species grown are *Pinus patula* Schlecht & Cham, *Pinus elliottii* Engelm, *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*, *Eucalyptus grandis* ex Maid., *Eucalyptus saligna* Sm. and *Eucalyptus maidenii* F. Muell.

The project is the sole source of industrial roundwood for the Sao Hill Sawmill with an annual log throughput of 50,000 cubic metres (under bark) and the Southern Paper Mills with an initial log input of 300,000 cubic metres (under bark) to produce 60,000 tonnes of paper products.

The project is administratively divided into three operational spatial divisions viz. Divisions I, II, and III. Division I and III are situated in the high elevation region (1,500 - 2,200m above sea level) while Division II is in the low elevation area (100 - 1,200m above sea level).

Rainfall ranges from 812 - 2,010mm per annum falling between November and May while temperatures fluctuate between monthly means of 23°C maximum and 10°C minimum.

Much of the afforestable land is covered with grass and the woody vegetation is rather scattered occurring prevalently in clumps or individually around rocky knolls or in naturally fire protected ravines.

---

Abstracto--El tema de este informe es la formulación de un plan cuantitativo para el Proyecto Forestal de Sao Hill, el cual produce madera tablero y madera de pulpa. La evaluación del terreno utiliza una combinación del método biofisiográfico y el análisis de costos y beneficios sociales. Este es un método práctico de planificación.

---

## Forest plantation management

As the wood industries do their own logging, Sao Hill's plantation management consists of land preparation, seedling production, planting, pruning, road construction and maintenance, and fire protection.

The characteristics of terrain, soil and vegetation have an influence of the land preparation, weeding intensities, logging system adopted, physical productivity in general and cost of forest operations. Based on experimentation, strip ploughing is applied in pine afforestation. On the other hand, clean weeding and pitting are carried out on sites which are either too steep or obstructed for tractor ploughing and those too broken for mechanical land preparation. Based on experimentation, complete ploughing and disc harrowing are necessary operations for the establishment of eucalypts.

### The planting decision - making context

Investments in forest plantations begin with land preparation and planting operation. Annually Sao Hill Forest Project has several plantable sites available for stand establishment situated in various localities of all its three Divisions.

Some plantable sites are available for reforestation or artificial regeneration and others for afforestation. Such various tracts of land vary in productivity and their demand on the available resources. Therefore the efficacy of investing in planting will depend on tracts selected for the establishment of forest stands. To visualize this during planning calls for land evaluation which is defined as "the process of assessing the performance (suitability) of land when used for specific present or projected forms of forestry" (2)

Sao Hill Forest being state - owned, evaluation of investment opportunities entails adopting Social cost - Benefit Analysis (SCBA). Four stepped levels of analysis are required in this approach, that is physical (technical) appraisal; financial, economic and social profitability analyses.

Since the production of forest products is land based, forest management is explicitly one type of land management. In forest planning, the acquisition of information on various tracts of forest land with respect to different alternative woody species and other plant cover that can be grown on them including their demand on capital, labour, materials and machinery is necessary. Besides forest yield and resource demand, geographical location and size of each land tract must be known.

In project documentation, physical data is normally implicitly covered. Much emphasis is laid on economic factors like price, wage movements, interest rates and changes in technology. The exposition of physical factors in project planning

is equally indispensable.

## Methodology

### Site class determination on plantable sites

Decision - making on investments like afforestation, reforestation, regeneration and silvicultural operations like pruning as well as disinvestments like harvesting is partly facilitated by determination of site quality or site productivity. Forest site quality is defined as "the sum total of all the factors affecting the capacity to produce forests or other vegetation: climatic factors, soil (edaphic) factors, and biological factors" (12). The estimation of forest site quality is needed for all tracts of land which differ in productivity.

The forest site quality of a particular land tract for a given species is the species' growth rate on that site. This criterion is not useful where afforestation or reforestation is being carried out.

The methods applied in determining forest quality are categorized as "direct" and "indirect". A method is said to be "direct" when an applicable model correlates site productivity to some forest stand variables which are normally easily and cheaply measured. The common expression of forest site productivity is site class which is a measure of relative productive capacity of a site or land unit for a specified woody species or forest stand, based on volume, height, height growth intercept, form - height or mean annual volume increment that is attained or attainable at a selected reference age.

Since there are no trees growing on Sao Hill afforestable sites, "direct" methods of site class determination are not applicable. This leads to adopting "indirect" methods which entail evaluating site productivity by using site (physiographic) properties, vegetation (phytocenologic) or a combination (biophysiographic). Most of the models express the relationships between site index and site properties through functions which have been established by regression analysis. The important thing to observe in the development of these models is that the environmental factors or vegetation indicators are consistently correlated to site index.

Irrespective of the ultimate approach used in evaluating site quality, the initial determination requires using a direct method by making measurement of some attributes of tree growth from which indirect methods can be developed. Therefore indirect methods are complementary to rather than being substitutes for direct methods.

Realizing that site quality is the aggregation of all factors affecting the land capacity to produce forest products, the "holistic" or "multifactor" approach and "biophysiographic" method has evolved. It is based on interrela-



tionships between forest crops and factors like climate, physiography, soil and vegetation.

As the initial status of soil conditions of old stands at Sao Hill were not evaluated during afforestation including the monitoring of the subsequent changes, soil - site index correlation studies await future experimentation. Similarly the use of plant species and communities as indicators (phytometers) of site class requires a long term experimentation to establish photo-meter-site index correlation. It is currently infeasible because undergrowth in old stands is suppressed and the vegetation cover before establishment of the stands is unknown.

While waiting for validation of the various indirect methods of site class determination through research strategies (5, 9), in this study site class is estimated through guesstimate of Sao Hill practising foresters aided by factors like indicator plants, surface soil colour, slope surface (concave, convex, planar, irregular) and terrain type (plateau, slope, valley bottom) - an "informal" biophysiographic approach.

#### Land classification

The main purpose of classification in a management context is to design strata about which one can make inductive generalizations like management prescriptions, budgeting, production and economic returns. It also simplifies complex real situations to a smaller manageable number of strata instead of dealing with individual units.

The smallest administrative forest unit at Sao Hill is a compartment. Since the compartmentation is arbitrarily done, for investment appraisal purposes an objective compartmentation system is needed. Such a system should include all factors which affect operational techniques, costs and benefits. Relevant factors at Sao Hill include terrain, vegetation cover, climate, landform, soil compactness and site class.

The influence of climate and landform including altitude on plant growth has been incorporated into land classification system by dividing Sao Hill into two geographical areas (lowland and upland) while terrain type and soil properties are embraced in the site class determination. Within each geographical area, the macroclimatic conditions - temperature, photoperiod, wind and precipitation are assumed to be uniform.

The smallest land unit used in this study is a "land element" adopted from the Land Systems Method (4). This method is basically a quick method of describing, classifying and mapping areas with a basic land unit to be mapped being a "land system". The land system is defined as "an area, or group of areas, throughout which there is a recurring pattern of topography, soils and vegetation" (4).

The Land Systems Method has received a wide

acceptance in land use planning because it provides an insight into land properties that have an impact on specific land use. The scientific rationale of this method is that "form and substance of the land 'makes' the local climate, determines surface and subsurface hydrological regime, selects the appropriate fauna and flora that can survive there, and shapes the subsequent development of soil" (11). The method is implicitly an ecological approach to land classification. The main weakness of the method is that it is based on subjective interpretations of landforms.

Depending on detail required in land use planning, the land system as a unit can be of limited practical application. In the case of Sao Hill, smaller units were adopted viz. "land element" and "land facet". A land element is the "smallest part of the landscape, for practical purposes uniform in lithology, form, soil and vegetation" (10) and climate. A stratum of similar land elements is called a "land facet" and for practical purposes its environmental conditions are uniform.

Profitability of planting at Sao Hill partly depends on the species to be grown, site productivity of the land elements, land preparation involved, the terrain types of land elements and the forest products to be produced. Consequently, land elements are redefined here as a function of site class, woody species to be grown, land preparation needed, terrain type, Division where the land element is located and working circle (pulpwood or sawlog).

All the plantable land elements in 1984/85 were inventoried. There were 375 land elements covering a total area of 37,310ha. Since similar land elements will produce the same value of net benefit/ha, defining planting projects on this land unit is an unnecessary detail. For planning purposes the land elements which were available for planting in 1984/85 have been stratified into 62 land facets. Each land facet is identified as an independent planting or investment project.

#### Resource demand and cash flow per hectare of each land facet

Resource demand and output -- The resource demand information for each operation per hectare of each land facet is gathered from the project management. The information is decomposed into labour, machinery, equipment and materials. On the other hand, yield or output (cubic metre/ha) from thinnings and at the rotation ages is extracted from the appropriate yield tables (1, 7).

As the value of forest production has to be related to its contribution to the people's welfare, it is difficult to gauge it in terms of physical units like cubic metre. To overcome this obstacle, money is normally used as a unit of account or numeraire. Physical data is converted into project costs of inputs and value of project benefits by applying monetary values. In this format, the data is then amenable to socio-economic evaluation.



Financial cash flow -- Information on resource demand in conjunction with information on the cost per monday, per km or hour (machinery and equipment), and a number or Kg (materials) is used in costing each operation in each land facet (T.Shs/ha\*). Such a costing constitutes the financial costs with costs emanating from materials, machinery and equipment, decomposed into local (non-traded) and foreign (traded) components.

The impact of Sao Hill Forest on the national economy is of import substitution of sawn wood and paper products. To determine import parity stumpage (financial, economic and social), the conversion or residual approach is adopted. Using the financial stumpage prices (T.Shs/cubic metre) in conjunction with yield (cubic metre/ha), the financial stream of benefits is computed for each land facet. In any given year, total benefits minus total costs gives financial net benefits (T.Shs/ha). When this is done for the whole rotation, a financial net cash flow is created for a land facet.

#### Economic and social cash flows -- The Tanzanian

markets for many factors of production and commodities do not follow the pricing mechanism of a perfect competitive market model with the effect of either underpricing or overpricing. Adjusting ruling prices fixed under imperfect market conditions is imperative if they are to reflect their marginal opportunity cost and marginal willingness to pay in project planning - a process called shadow or accounting pricing.

In this study shadow pricing is essentially based on Little and Mirrlees (8) including its variants (3, 6, 13).

During shadow pricing the following issues are addressed

- whether the project input or output is measured in domestic market prices or border (world)
- whether the project benefit (income) is saved or consumed,
- whether the project beneficiary is a private individual or government, and
- which private income group is the project beneficiary and the point in time when the project cost is incurred or benefit realized.

The end result of shadow pricing is to create both economic and cash flow and social net cash flow for each land facet analogously computed as explained under financial cash flow.

#### Financial and socio-economic evaluation of land facet

This is effected by applying Faustmann-Formula or Land Expectation Value (LEV) presented below

\* T.Shs. = Tanzanian shilling; T.Shs. 50=U.S.\$1 (1987).

$$LEV = \frac{V_T}{(1+r)^T - 1}$$

where

$V_T$  = total compounded revenues minus total compounded costs (except the cost of land) with compounding reference point being the end of rotation.

$r$  = compound or discount rate

$T$  = rotation age in years

LEV for each land facet available for planting in a given year is calculated three times using financial, economic and social cash flows respectively. In financial analysis, a market rate of interest of 12% is used while an economic accounting rate of interest of 10% is applied in the economic analysis. Since social discount rates can be determined in several ways and their applicability to Tanzania is still indeterminate, several rates are calculated that is 1.3%, 2.25%, 2.6%, 3.2%, 3.9%, and 4.1%. These are applied in the social analysis.

#### Results and discussion

All land facets available for planting in 1984/85 had positive LEVs implying that it is worth planting each land facet.

When the land facets are ranked in descending order according to LEV for each level of analysis (financial, economic and social), the ordering is inconsistent in the cases of sawlog and eucalypt working circles as opposed to that in the pine pulpwood working circle. This is attributable to the fact that sawlog and eucalypt working circles include reforestation, artificial regeneration and afforestation while in the pine pulpwood circle only afforestation is involved.

As the demand of unskilled labour per hectare differs considerably among various land preparation types, pricing of unskilled labour as one moves from financial to economic and social prices affects the position of some land facets (less labour intensive) in the ranking sequence.

Under this planning situation, the way unskilled labour is priced matters in ranking the land facets for planting according to LEV. In economic and social ranking, there is a tendency of favouring land facets whose land preparation is labour intensive. This emphasizes the importance of applying Social Cost - Benefit Analysis in land evaluation where forest plantation programmes are created partly to enhance employment opportunities and equity dimensions.

#### Conclusion

Industrial afforestation and reforestation

programmes should be designed in such way that they are environmentally sound, technically feasible, economically viable and socially acceptable. This can be achieved by combining quantitative physical land evaluation like biophysiological approach and social cost-benefit analysis in the planning scenarios. However, this methodology demands detailed quantitative data ranging from the national accounts to project operations. Pending on data availability and with some modification, the methodology can be applied elsewhere even outside the forest sector.

#### REFERENCES:

1. Adegbihin, J.O. 1977. The studies of dominant height development and yield of Pinus patula at Sao Hill - Southern Tanzania. University of Dar es Salaam, unpublished M.Sc.(For) Thesis, 83 pp.
2. Bennema, J.; Gelens, H.F. and Laban, P. 1981. Principles, basic concepts and procedure in land evaluation, considered from a forestry angle. In: Laban, P. ed. Proceedings of the workshop on land evaluation. ILRI Wageningen, Publication 28: 181 - 202.
3. Bruce, C. 1976. Social cost - benefit analysis: A guide for country and project economists to the derivation and application of economic and social accounting prices. World Bank Staff Working Paper 239; Washington D.C., 143 pp.
4. Christian, C.S. and Stewart, G.A. 1952. General report on the survey of Katherine - Darwin Region. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia; Land Research Series No. 1, 156 pp.
5. Greaves, A. and Hughes, J.F. 1976. Site assessment in species and provenance. In: Burley, J.; Wood, P.J. eds. A manual on Species and provenance research with particular reference to the tropics. Tropical Forestry Papers 10: 49 - 66 pp.
6. Irvin, G. 1978. Modern cost - benefit methods. An introduction to financial economics and social appraisal of development projects. The Macmillan Press, London, 257 pp.
7. Kingston, B. 1972. Growth, yield and rotation of seedling crops of Eucalyptus grandis in Uganda. Uganda Forest Department Technical Note 1972/73, 6 pp.
8. Little, I.M.D. and Mirrlees, J.A. 1974. Project appraisal and planning for developing countries. Heinemann Education Books Ltd., London, 388 pp.
9. Mgeni, A.S.M. 1984. Research strategy needed in forecasting forest yield in Tanzania. Department of Forest Mensuration and Management, Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania. 10 pp.
10. Mitchell, C.W. 1973. Terrain evaluation. Longmann Group Ltd., London, 221 pp.
11. Rowe, J.S. 1971. Why classify forest land? Forestry chronicle 47: 144 - 148.
12. Spurr, S.H. and Barnes, B.U. 1980. Forest Ecology. John Wiley & Sons, New York, pp. 297 - 335.
13. Squire, L. and van der Tak, H.G. 1975. Economic analysis of projects. John Hopkins University Press, London, 153 pp.

## INSTRUMENTACION, SEGUIMIENTO Y MANTENIMIENTO

### RELATORIA DE LA SESION GENERAL

**MODERADOR:** Ing. Jesús Veruette Fuentes

**RELATOR:** Ing. Carlos Hernández Hernández

La discusión del tema Instrumentación, Seguimiento y Mantenimiento ofreció la oportunidad de conocer las acciones y resultados que se producen en diversas regiones del mundo, en la importante tarea de poner en práctica, vigilar que se produzcan resultados y, sobre todo, dar continuidad y permanencia a la instrumentación de inventarios forestales como una herramienta de planeación nacional de las regiones tropicales de diversas partes del mundo.

En la exposición de 2 de las 6 conferencias discutidas en esta Sesión General, se analizaron estrategias de planeación de carácter globalizador las que se pueden considerar como el marco conceptual para ubicar los casos específicos tratados en los restantes 4 documentos.

De esta suerte, las conclusiones que se obtuvieron son de orden específico y su aplicación, aunque puede hacerse extensiva a regiones distintas, solo se ha comprobado en las localidades consideradas en los estudios, por lo que el análisis de los aspectos sobresalientes de cada uno de los casos se hace en el orden en que las conferencias fueron presentadas.

El primer estudio de caso fue presentado por el Dr. Steven A. Sader con la ponencia Seguidimientos a los Cambios Históricos en los Bosques de Costa Rica, en la que presentó un sistema de Información Geográfica que se utiliza para detectar los cambios que han ocurrido de 1940 a 1983, haciendo referencia a los problemas que provoca en la planeación nacional forestal, la limitada información disponible.

El sistema funciona a través de la digitalización del contenido de una serie de mapas temáticos contruidos en distintas escalas y épocas. Con la información digitalizada es posible utilizar técnicas de monitoreo por satélites para conocer con precisión la dinámica forestal, lo que de acuerdo a la naturaleza de la información de los mapas permitió asociar la dinámica de los recursos forestales a indicadores de zonas de vida, pendiente y caminos. Para cada uno de estos aspectos se presentó una reseña histórica de los cambios que han ocurrido en el área forestal de Costa Rica.

Asimismo, se explicó el procedimiento utilizado para probar la factibilidad y precisión de cuantificar la intensidad y tendencia de los cambios en el área forestal, concluyéndose que estas técnicas son una herramienta importante para conocer la dinámica de los ecosistemas forestales.

El segundo caso, relativo a la Planeación del Desarrollo del Sector Forestal en Indonesia presentado por Hervbasuki Sukiran Suparmo, ofreció información sobre la situación actual, política, desarrollo, objetivos, programas, actividades y resultados de la planeación del uso forestal en Indonesia.

A manera de introducción se presentaron datos sobre población, localización, clima, fauna y flora de ese país, destacándose que el desequilibrio en la distribución de la población ha provocado innumerables problemas para el desarrollo forestal en un país donde los bosques se constituyen en uno de los recursos naturales más importantes y la actividad agrícola (quedando ahí comprendida la forestal) es preponderante.

En cuanto a la información específica a la actividad forestal se presentaron datos sobre superficie inventariadas y concesionadas, industria, producción y exportación, y avances en forestación y reforestación, en los que se observa que se tiene un potencial forestal importante.

Asimismo, se hizo una reseña sobre la problemática general y de carácter forestal que enfrenta el país, pudiéndose señalar para esta última que las limitaciones en la tecnología y la situación socioeconómica son los principales retos que se enfrentan. A partir de la década de los 60's se han aplicado estrategias para resolver dicha problemática, consistentes en aprovechar bosques naturales y plantaciones primero en Java y después fuera de esta jurisdicción y poner en marcha un plan -- que en los 15 años que tiene aplicándose, primero alentó la exportación de trozas y obtuvo el inventario y posteriormente se ha dirigido a mejorar la protección y fomento forestales y ha establecido industrias para obtener mayor valor del producto forestal.

Se destacó también que el desarrollo forestal en Indonesia pretende:

1. Mantener el proceso ecológico.
2. Preservar la diversidad del germoplasma y del ecosistema.
3. Mejorar los beneficios forestales.
4. Mejorar las comunidades locales y
5. Localizar áreas forestales para desarrollo agrícola, asentamientos humanos, etc.

Se mencionó que para el logro de estos objetivos se han identificado 12 actividades importantes para las que se ha programado su ejecución, concluyéndose con base a estos programas que es posible destinar el 45% de la superficie forestal a la producción y que 42% debe protegerse o recuperarse, el restante 13% se destina a áreas de reserva y recreación.



Otro de los casos específicos presentados en esta sesión general se refirió a los logros y avances de la actividad forestal en la zona maya de Quintana Roo presentada por el Ing. Marcelo Carreón - Mundo, en ella se destacó que las prácticas inadecuadas de aprovechamiento forestal que por muchos años se aplicaron en la región, tales como la extracción selectiva de especies preciosas y la marginación de los poseedores en el proceso productivo, provocaron un marcado desinterés del campesino hacia el recurso forestal.

De ahí, como parte del Plan Piloto Forestal de Quintana Roo, se creó la Coordinación Forestal en la Zona Maya (CFZM), la que en su inicio enfrentó problemas de falta de conocimiento en las actividades forestales por parte de los poseedores, dificultad en la comunicación, estructuras productivas rígidas, desconfianza y analfabetismo, de ahí que las primeras acciones de la CFZM se orientaron hacia la capacitación y organización de ejidos.

Promoviendo la participación campesina en la comercialización de la materia prima forestal, se produjo el cambio de actitud de este sector de la población hacia la selva. Los primeros logros son la reforestación de 5 000 has. por parte de ellos a costos muy bajos y su capacitación e intervención en el manejo y administración forestales. Recientemente se constituyeron en Sociedad Civil 14 ejidos que producen 5 500 m<sup>3</sup> de maderas preciosas, lo doble de maderas comunes tropicales y 150 mil piezas de durmientes, se pretende crear una Dirección Técnica Forestal en esta organización.

Finalmente se citaron otras expectativas de la CFZM que consisten en términos generales en convertir a los poseedores en productores forestales, así como reducir el desperdicio de madera que se produce con la explotación de la selva y establecer instalaciones industriales que le agreguen valor a los productos.

Llamó la atención los costos tan bajos que se dieron para los trabajos de reforestación, aclarando se que esto se debe a que se concentran en las brechas de saca y en los patios de concentración de trocería, así como a que se extrapolan al área de influencia.

El último de los casos que se abordó en la mesa fue presentado por el Sr. Paul Dulin y se tituló Planeación, Seguimiento y Evaluación de Actividades de Manejo de Recursos Naturales en Honduras, en el mismo se demostraron las bondades de un sistema basado en el análisis de la situación actual del uso de los recursos naturales y de las necesidades de las comunidades locales. El sistema utilizado y financiado por la Agencia Internacional de Desarrollo de los E.U.A. (AID), determina metas, calendariza la asistencia técnica y asigna

responsabilidades a los integrantes de las agencias de desarrollo, con el propósito de proporcionar mejorías en las comunidades o en grupos de propietarios de las regiones sur y central de Honduras.

Los objetivos principales del sistema son:

- Mejorar el manejo de los recursos naturales de Honduras.
- Desarrollar un programa para el manejo adecuado de las Cuencas Altas de Tres Ríos de Honduras.
- Incrementar los ingresos de los habitantes de dichas regiones.

Se hizo una explicación de las fases que componen el sistema, las que en lo general consisten en priorizar las áreas de trabajo tomando como base el uso actual del terreno y el uso adecuado en función, principalmente, a las clases de pendientes presentes; posteriormente se hace el diagnóstico de las áreas, previamente priorizadas con base al cual se determinan las estrategias y se elaboran los planes anuales de trabajo. Se destacó que en estas etapas es importante la participación de las comunidades o grupos de propietarios considerados en el plan.

Para cada comunidad, el plan anual consiste de las 4 partes siguientes: Identificación de estrategias y de metas de trabajo, programación anual de las actividades e identificación de necesidades materiales y equipo requeridos para llevar a cabo el plan. Mediante evaluaciones mensuales de la calidad y avance de las actividades consideradas en el plan anual, se elabora el plan mensual de trabajo en el que se detectan y eliminan los obstáculos que impiden la buena marcha del plan anual, asimismo, se reprograman las actividades que no han sido llevadas a cabo en su oportunidad, con un esquema de monitoreo de las intervenciones técnicas se califica la eficiencia de las intervenciones técnicas.

También fueron discutidas en la mesa estrategias de planeación, cuya aplicación es más generalizada, así con la ponencia Preparación de Perfiles Ambientales como Herramienta en la Evaluación de Recursos Naturales, el Ing. Alberto Vargas Prieto hizo referencia al procedimiento empleado por el Instituto Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo, a través de "Perfiles Ambientales", "Reportes del Estado del Medio Ambiente" y "Estrategias Nacionales de Conservación".

Como una parte introductoria a las características generales de los programas y del Instituto, se informó que sus acciones se extienden a 30 países donde se promueve el desarrollo y uso productivo de los recursos naturales: suelo, agua, vegetación y energía. Se destacó que la promoción del desa-

rollo se fundamenta en la interrelación: desarrollo económico - necesidades humanas - medio ambiente.

Se hizo énfasis en que el propósito de los perfiles ambientales es el de presentar información -- del entorno, uso y manejo de los recursos naturales, así como de las medidas para su conservación; de esta manera se colecta, integra y publica información útil para la comunidad científica, tomadores de decisiones o responsables de la planeación en las áreas de estudio.

Los perfiles constan de dos fases, en la primera se incluye información del medio físico, mientras que en la segunda se enriquece dicha información con datos de campo y se incluyen aspectos institucionales, políticos y legales de la localidad, -- con dicha base se establecen estrategias de conservación ambiental, con lo que los perfiles ofrecen accesibilidad a la información.

Se concluyó que es importante promover la mayor -- participación de instituciones locales con el objeto de que los planes de desarrollo se ajusten a las condiciones locales.

Finalmente el Dr. Michael Keyes, con el documento La Planeación del Uso para los Recursos en el Trópico y el Desarrollo Comunitario; un Dilema Actual, destacó que en México no obstante que existe una planificación nacional de recursos, las decisiones de política nacional han impactado desfavorablemente los recursos tropicales, ya que sus -- metas no toman en cuenta cabalmente el desarrollo de estas regiones.

La tesis se fundamentó en algunas contradicciones que el autor de la ponencia encuentra en planteamientos de política nacional como centralismo en la educación, importación de recursos humanos para ejecutar los planes de desarrollo en el trópico, subsidios para mantener artificialmente bajos precios de alimentos básicos, falta de medidas -- efectivas para desalentar la emigración de campo, falta de apoyo y burocratismo en instituciones de investigación del trópico. La totalidad de estos factores han provocado que los planes científicos y tecnológicos no tengan continuidad por la fuga de mentes, asimismo, ponen en riesgo lo sustancial de un país como México: sus campesinos.

En este contexto, el autor de la ponencia concluyó que es urgente definir el uso, las opciones a la productividad del suelo dándole un uso más integral, bajo la premisa de impulsar la producción agrícola en base al nivel cultural de los pobladores de la región y en el medio natural.

La moderación de la masa presentó algunos planteamientos que no están totalmente de acuerdo con -- las tesis presentadas, destacó que el resultado -- principal de la política mexicana tiene su mejor

reflejo en la paz social que ha disfrutado al país por más de 80 años y que existe un proceso de planeación específico para las regiones forestales de nominado Programa Nacional de Bosques y Selvas -- (PRONABOSE) que hace énfasis en el trópico.

AMELIORATING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF REFUGEE  
POPULATIONS IN TROPICAL COUNTRIES 1/

Paul J. Amrhein 2/

---

Abstract--Considering the number of natural resource projects which have met with marginal success and the magnitude of the problem in tropical countries a different approach may be warranted. This report suggests an alternative management style and underscores both the necessity to integrate a project with the local population's needs and the importance of data collection for planning and policy.

Abstracto--Considerando la cantidad de proyectos de recursos naturales que han tenido solo un éxito marginal y la magnitud de problemas en países tropicales una nueva propuesta podría ser justificada. Este reporte sugiere un nuevo estilo de gerencia y acentua la necesidad de integrar el proyecto con las necesidades de la población local y la importancia de la colección de datos para la planificación y las políticas.

---

### Introduction

Refugees are an ever present part of the population in many tropical countries of Africa, Asia, the Middle East and Central America. To provide them with basic human needs and frequently for political reasons refugees are often gathered into camps. The impact of these refugee camps on the environment, including the indigenous human population, can be quite severe. The results of desertification can often be dramatic in the areas surrounding the refugee camp. These camps are a reality that can not be overlooked but must be taken into account in resource planning. To ignore these populations and their demand for natural resources is to overlook an important potential source of environmental degradation and hardship for indigenous populations due to the increase in demand for limited resources.

A variety of environmental impacts which a refugee population may have on the surrounding areas and suggestions as to how to ameliorate

them will be addressed. Some of the material presented will not be new but is used to provide a format to make some key points which follows.

1. Natural resource conservation work must be integrated with the target population from the project proposal stage until its end. To illustrate this point consider a project which includes the building of a tree nursery requiring a reliable water source. The project must first ensure a water source for the people surrounding the nursery area. An inadequate supply for both people and nursery is asking for a conflict in which the project most certainly would lose. This point will be further developed in the section entitled - Conditions for Project Integration.

2. To evaluate a project relevant data must be recorded and natural resource inventories made. These are essential for planning as they enable benefits to be replicated and mistakes to be avoided elsewhere. This point will be further developed in the section entitled - Inventory.

3. Management must provide positive encouragement to the people who perform the work and are also its beneficiaries. In other words the project must find other ways besides monetary compensation to motivate people in such tasks as planting trees which will be harvested by the same people. It is widely recognized that many projects dealing with natural resources fail not so much from a lack of technical expertise but from an inability to integrate the project's concepts with the people. Consider a tree planting project, a

---

1/ Abstract presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Paul J. Amrhein is currently enrolled in a Masters program in Urban and Environmental Policy at Tufts University, Boston, Mass. U.S.A. Mr. Amrhein served as forestry project director at Coriolie, Somalia from July 1981 to May 1982 for Save the Children, Westport, Conn. U.S.A.



foreign concept for many peoples, that relies on community cooperation yet involves a culturally independent people. The technical concept of planting trees may be easy to assimilate to a people's experience in comparison to the psychological concept of cooperation. The project has the task of developing this cooperation among its people while affirming their independence - to do less is to invite failure. This is a many-faceted point which will be developed in several sections of this report particularly in the section entitled - Management.

4. The concept of an open ended project as an approach to resource management was developed to meet the challenge of working with a refugee population. It was obvious that the refugees had a significant impact on the indigenous population. Working strictly with refugees would make further negative impacts on the indigenous population inevitable. Therefore, the concept evolved not to seek a target people or a target number of trees to plant but rather to manage a land base for maximum productivity. The project would then expand on this land base until the needs of the people and the productivity of the resource reached a balance or the ability to manage became impeded. This point underscores the need of inventory and will be further developed in the section entitled - An Approach to Resource Management Schemes.

Examples used to illustrate points in this paper will be drawn from a forestry project initiated in the refugee camps in Coriolie, Somalia and a project proposal for these camps delivered to the USAID mission in Mogadishu, Somalia. The initial project dealt solely with refugees while the proposal included work with the indigenous population. Although the approach was to ameliorate the environmental impacts of refugee populations, there are many implications which can be used for land and resource evaluation for national planning.

#### Environmental Impacts of Refugee Populations

The refugee camps just outside of Coriolie, Somalia were established in the mid 1970s. These camps are a reality not likely to disappear overnight. Depending on which count is used, the estimate made by people working in the camp or the official government count, the population of the Coriolie environs has increased by four to twenty fold. A town with an initial population of approximately 5,000 has increased to between 20,000 and 100,000 depending on whose count is used.

The camps covered approximately 200 hectares in 1981 including land used for habitation and farming. An additional 500 hectares were brought under cultivation by the end of 1982. Only a fraction of this land was cultivated by the indigenous population with the remainder being utilized for wood gathering and grazing.

Sidney Waldron Ph.D, an anthropologist employed by Save the Children presented the following findings at a national energy conference held in Mogadishu, Somalia in 1982:

1. Women living along the bank of the Shebelli River and bordering the camps were spending an entire day collecting fuelwood, a task that had taken only a few hours in previous years.
2. At least two miscarriages in the past year were attributable to this increase in work.
3. The fuelwood situation in the Coriolie environs would continue to deteriorate.

No inventory was available to determine the animal unit months (AUMs) lost in the approximately 700 hectares of the refugee camp but it is undoubtedly sizeable. The refugee camps are situated on prime grazing land due to the proximity to the Shebelli River, four to eight kilometers.

In addition to the above impacts to the indigenous people there were other environmental problems which affected everyone. There was a lack of shade trees, shelterbelts, windbreaks and canal stabilizing plantings in the camps or in much of the lower Shebelli region where Coriolie is located. The results were a lack of escape from the wind, dust and tropical sun, as well as soil erosion and river salinization. Crop productivity without windbreaks and with salinization, erosion and wind exposure may be less than maximum. There is no on-site data to substantiate this point so it can be debated. This debate is mentioned to strengthen the argument for data collection and inventory. Several small plots may suffice in providing the necessary data to settle such a debate.

Aside from these physical environmental impacts, more important impacts may have occurred in the minds of people. Refugees are people without homes, without the means of supporting themselves, without the dignity attached to these and who are forced to live in communities not of their choosing. After five years of free food, medical care and a variety of projects, it was difficult to get them to work for themselves without compensation. This raises two problems concerning motivation

1. If people are paid to take care of their environment, what happens when the money runs out? If after five years they would not work

to help themselves, what sense of stewardship will they learn if they are paid to care for it? 2. If people are always instructed what to do, what happens when there is no one to guide them?

Most of us agree that the ultimate goal of a project director is to work oneself out of a job by training others. To take this a step further, the ideal director motivates people by educating them to make their own choices thus empowering them to shape their own destiny. These concerns are part of the environmental problem so often overlooked, therefore becoming cause for failure. These management concerns will be repeatedly addressed throughout this report.

### Ameliorating the Environmental Impacts

The least expensive answer, at least in principle, to the erosion, salinization and fuelwood problems created by the refugees was basically to plant trees faster than they die or are cut for a long period of time in order to make up for lost ground. Although simple in theory, the practice is much more complex. A tree nursery was built to provide trees for shade, shelterbelts, windbreaks, canal stabilization, and fuel and construction wood. The challenge was to plant, cultivate and protect the trees for the least cost possible. Although crop yields can be increased with fertilizer and wood for energy can be supplemented with oil, neither is economically feasible in countries like Somalia. The most cost effective means to do these things is through sound resource management.

The refugees, as well as the other people of the lower Shebelli region, never gave thought to planting trees, although they did enjoy such amenities as shade. The goal of the initial stage of the forestry project was to gain popular support for a key element of its work-planting trees. This was accomplished by planting shade trees around the camp. At first, the people could not understand how a "little tree" could provide shade. The concept of long term investment was an even more foreign concept than planting trees. However, they were shown planting and cultivating techniques and it was explained that if they had planted when they first arrived they would now be enjoying the benefits of a much larger tree. They enjoyed the concern shown for them by this and from what they were told they could visualize a time when their trees would be of benefit. The attitude toward tree planting of people treated like this is vastly different from people who are merely handed a tree and expected to plant it. This had been done five years prior with very little success. Essentially this is describing the beginning of a type of a public awareness campaign to educate people about the value of a conservation issue.

Windbreaks were planted in exchange for favors from the project, ie. plowing or seed. Continued favors depended on survival. If visible benefits accrued, such as improved yields, they would provide incentive for others to plant without incentives. Otherwise, the farmer envisions crops where the trees would stand. If the benefits are not readily visible, the relationship between the project director and the farmer becomes most important. If the relationship is poor the farmer will always envision crops where the trees stand and will attempt to bleed the project for all the incentives obtainable. In a good relationship the farmer will realize that the project is meant to help and the windbreak will become part of the scenery for the farmer and even more significantly for future generations.

Shelterbelts are a different problem because they are communal by nature. The support of camp or village leaders must be obtained. A consensus of the people must be reached in order to plant, cultivate and protect the trees and of course to provide the land. The number of people involved in providing shelterbelts can be problematic. Often the only way they can be successful is through developing a strong sense of community cooperation. Alternatively, an appeal may be made to individuals to be responsible for sections of the shelterbelt in return for an entitlement to its fruit, fuelwood or other products.

Wood plantation for fuel, construction and other uses present difficult problems as well. Remember minimizing costs while planting and protecting the trees is a must. Dealing with refugees is relatively simple: you give them land to farm with the condition they plant and care for trees in an agro-forestry scheme. The refugees keep the crops and trees for personal use. The difficulties arise with the indigenous population for whom trees are common property - that is, they belong to anyone who takes them.

A large part of the solution to the deforestation occurring in many tropical countries is to instill, at the individual and community level, a sense of responsibility for the environment. There is no value in an individual planting trees only to have another's livestock eat them or cultivating trees to have another cut them for fuelwood. These phenomena are not new. Had there been an easy answer there would be no environmental problem in the tropics. The key is continued negotiation with people using as few incentives as possible. One needs to determine how best to motivate and educate the people without undue studies, delays and costs. Patience and common sense are important as the project director keeps an eye on the desired end and



looks for the means to direct the people toward that end. It is important to realize that the ways to move people toward an end may not be directly correlated with that end. To illustrate, a sense of community responsibility necessary to protect tree plantations may be developed in ways which have no relation to trees but which can ultimately be applied to the tree plantations.

An effort should be made to educate people about ecology and improved utilization of resources. One need not explain the benefits of windbreaks in terms of evapotranspiration. Rather, a simple explanation that applies to a farmer's experience is most effective. The concept of shade was well received by the refugees of Coriolie. It could be explained to the people that their crops like the 'shade' of the windbreak and will produce more in this 'shade.' Or, if nitrogen fixing trees are used they can be shown the nodules that release nutrients to the soil as if fertilizer were being applied.

These people, whether farmer, herder or other, have much knowledge which the expert would do well to learn as well. All they may need is someone to complete this knowledge for them, precisely what a good management plan should do, and provide them with the leadership to act on it.

#### Conditions for Project Integration

A project dealing with natural resources must be integrated with the people from the beginning. The project must arouse the curiosity of the people and eventually gain their confidence and support. An integrated project is one that does not perceive people as barriers but rather, attempts to nurture their curiosity and build their confidence. The effect needed to do this can be minimized if the planning for a project is done well. One must consider as many conditions as possible which might affect the relationship between the project and the people before the project enters the scene. Some examples follow to illustrate this point although no attempt is made for an exhaustive listing, indeed if this were attempted the project would never start.

Certain needs of the people must be satisfied before a project can be developed. Funding for the Coriolie forestry project was approved and work progressed to the point where a reliable water source had been developed for the nursery and tree seed sown. This time coincided with the middle of the dry season and the discovery that the water supply for the refugees was an unreliable one. This put the work of the project in serious jeopardy. Finding and

developing a reliable water source for a nursery requires an equally reliable source for the people near the nursery. One can not reasonably water trees while people thirst.

The location of a nursery is important. The site must not be prone to flooding and transport of materials and trees must be possible when necessary. If the nursery is surrounded by mud at the onset of the rains when the saplings need to be outplanted, the nursery is likely to turn into a forest. It is the little things that can kill you. The Coriolie forestry project incurred a large investment in building the largest nursery in Somalia. Since funding for the project was on a yearly basis, it was necessary to look beyond the life span of the project. It was necessary, in doing so, to determine that land was sufficient and accessible for reforestation to warrant such a large nursery in that location.

Land must be available for both nursery development and outplanting. Tree planting may be a foreign enough concept for people to appreciate without further alienating them by confiscating precious land. It must be remembered these are the people the project is trying to help.

Though afforestation or reforestation is an evident necessity, one or more government agencies responsible for stewardship of the land may have different or conflicting ideas. Land use planning and negotiating must occur between the responsible parties at an early stage. Although hard to find at times, policy need be looked into and perhaps aided in development. One month from planting in Coriolie approval was rescinded for the land to be used as a fuelwood plantation because someone favored crops to trees. An agroforestry scheme was settled on by planting crops with (closely spaced) windbreaks.

Integrating the project properly then, consists of developing a project in such a manner which avoids alienating people and situations which could result in its termination. In so doing, the way is paved to win confidence and support from both the people and the responsible government agencies.

#### Inventory

Inventory is essential for resource evaluation and planning. Inventory is equally essential for the integration of the project with the people to ensure their needs are met. There was a great wealth of information needed for this



integration to occur with the Coriolie forestry project. New inventory techniques may have had to have been developed to carry out three distinct inventories which, while planned, were never accomplished. These three inventories are as follows:

1. Determine the needs of the refugees for natural resources ie. fuelwood, construction wood, food.
2. Survey the indigenous population and their harvest of resources on this 1,000 hectare land base as well as the 700 hectares already utilized by the refugees and their agricultural endeavors.
3. Inventory a land base of 1,000 hectares, an arbitrary figure, in terms of its natural resources.

The inventory would determine species preference for fuelwood, construction wood, wood for charcoal, plants for fodder and grazing, etc. The amounts utilized must be known in terms of volume, weight or other appropriate measure. The growth rate and distribution of these species in the land base must be determined and then compared with the demand. It would take perhaps five to ten years to 'fine tune' such an inventory but each additional piece of information would aid the management process. Its value in terms of project evaluation and planning would be tremendous. Decisions pertaining to type of species planted, location of crops and grazing will have a greater degree of confidence. Shortage and excess of resources could become more predictable and appropriate plans made to compensate. Little such work was in process in Somalia in 1982. The inventory methods and data developed could therefore be of tremendous value for planning on the national level.

Record keeping on the project such as plantation growth rates are equally important. These growth rates may be matched with the rates of natural stands in order to make evaluations to determine treatment priorities on the land base. Good records can help determine causes for successes and failures.

### Management

Clearly management is the main ingredient which determines the success of a project. It was attempted to develop in the mindset of the people from Coriolie the benefits of forestry. Instead of having people practice forestry for the project director, they were encouraged to do it for themselves. For this reason, compensating people for work which was to benefit themselves was avoided as much as possible. A refugee camp,

in one situation, went without water for two weeks because the people refused to dredge a canal without receiving compensation for the work. Once they were finally persuaded to clean the canal and water flowed into the camp, they were ashamed at not having done it sooner. It was the principle of the matter, the pride, dignity and integrity of the people. As the project was also in need of water, it could have easily paid the people for the work. However, the people learned that they were masters of their own destiny. They received a power money would have only hindered or destroyed. In fact, had the project paid them, the project would have held that power over their lives.

At the beginning of the project in Coriolie, the ideal objective was people planting trees in woodlots, cultivating and harvesting them as they would any crop by their own will. To do this, it was necessary to determine which values were in need of development and which needed to be affirmed so as not to alienate the people from forestry.

It was realized that to insure the survival of a woodlot the entire community that looked to that land for resources had to reach an agreement essential for the survival of the woodlot. A strong sense of community linked to a respect for the forest resource needed to be developed. Yet the people the project worked with were very independent and had no knowledge of forestry projects. While this sounds complicated and hopeless, the first thing done toward the objective was to give everyone working for the project a shirt of the same kind and color. This was a simple thing which gave them a sense of identity with the project - the project being the only link with 'forestry.' There may be no direct correlation between wearing a shirt and the survival of a woodlot, but it was a significant step in the right direction.

To reach the point where people would plant woodlots on their own, they needed to be aware of the benefits of woodlots. To move people in this direction, the project started with its core of hired workers, using them as extension workers of a sort. As much as practical, it was refrained from telling them exactly what to do. They had to repeat a fair portion of their work and got angry as many times as they needed to redo it. However, when their work was successful, they were proud and satisfied knowing they were the ones responsible for a job well done. This was significant because it revealed that they saw what needed to be done and took enjoyment in planning and accomplishing the task.

To further illustrate this point, when the project started the people would not work together nor would they initiate a job even if they were aware it had to be done. After little more than half a year, many of the workers were found one morning dredging a canal. They had seen what had to be done and began working without any instruction. Not only were they working without being told but were also helping each other. When the forestry project was started, the director was 'forestry' in Coriolie - after half a year 25 refugees were on their way to being 'forestry' in Coriolie.

In spite of the success with this management technique, much more had to be done before the people of Coriolie could be expected to take the responsibility of conservation on themselves. However, when the project director left the project, this experiment in management technique ended. To be properly tested, this method would take the length of the project and beyond. It would have to be incorporated into the project agreement and formulated into a local policy at the end of the project. This management technique is offered as a new approach from the countless failures of forestry and conservation projects attempted in the tropics.

#### An Approach to Resource Management Schemes

The approach envisioned for resource management projects, expounded upon in the following, is one that develops a management scheme which incorporates the whole environment; human, plant and animal contingents. This would avoid the costs of aiding one element at the expense of another. To illustrate, consider a forestry project which generates fuelwood plantations at the expense of a herder's livestock. Both contingencies must be aided when possible or rational compromises made in other cases.

A strategy was developed for the Coriolie forestry project which, although never adopted, will be used to further illustrate this approach to resource management. The principle idea was to expand the management of a land base until the needs of the refugees and indigenous population were satisfactorily met. This is not to say that every need would be met, nor does it infer that the refugees would become self-sufficient. The information gathered in the three inventories previously mentioned would define the needs and the capacity of the resources to meet them.

The project would begin with a land base of 1,000 hectares, an arbitrary figure, and a complete inventory of it. The land would be divided into cells. Management would decide on the basis for division, probably vegetative, and a minimum

size for a cell. Each cell would then be assigned a treatment priority 1, 2 or 3. A cell designated '1' would be treated, '2' would indicate a lower priority or a need for a second look, while '3' would indicate a cell acceptable as is. In the initial stages decisions for treatment would be primarily based on the manager's gut feeling. As time goes on, experience would be relied on more until enough data is collected so decisions can be reached at scientifically with reasonably predictable outcomes.

Perhaps a priority '1' cell is decadent, producing an undesirable species or in need of rehabilitation from overutilization. Treatment may include harvesting and/or clearing for planting with appropriate species. Treatment for another area underutilized for grazing capacity might include construction of a stock pond. Priorities would in part be set by the inventories and what is shown to be the needs of the people and the deficiencies of the land base. The land base would be expanded until the needs of the people and the capacity of the land reach an equilibrium. The inclusion of additional land in the land base will mean the inclusion of more people whose needs must in turn be considered as well. One of three possibilities will eventually be reached by management:

1. Equilibrium of the needs of the people and the land's productivity is reached.
  2. Management's ability to manage more land becomes compromised.
  3. Land cannot provide or sustain the need.
- In cases 2 and 3, other resources must be utilized to prevent damage to the land base and its ability to produce.

The project should have a direction from the outset. Decisions should be made according to available information. As data is collected and more information becomes available, a management plan would be developed to guide work according to specific criteria developed from management's objectives.

#### Conclusion

A fresh approach has been presented to natural resource management based on some methods utilized and on knowledge regarding successful and problematic methods. Since these newer methods have not been evaluated on a long term scale, it is impossible to determine their value in turning failures to success. However, there have been too many failures in the past and the work is too important to refrain from trying new methods.

The inventory mentioned is not new nor can its value in developing sound resource policy be disputed. Yet all too often this work is not being done. Few countries can afford unsound policies toward its natural resources particularly its people.

No amount of excellent management, education and motivation of people can ameliorate the

effects of environmental degradation made economical by policy. What has been said is for the project level with implications for national planning and policy. With policy developed in this direction, the possibility of sound resource management is good. However, the fact that policy in most countries is developed in the reverse manner has not been addressed in this report. Perhaps, "How to Make Land and Resources a Priority in the Tropics," could be the title for our next conference.



DEVELOPING RESOURCE INVENTORY POLICIES FOR NATIONAL LAND AND RESOURCE  
EVALUATION AND PLANNING 1/

H. Gyde Lund 2/

---

Abstract--The USDA Forest Service administers the renewable resources on nearly 772,000 square kilometers of land. The extent, variety, and value of the resources that it administers is comparable to that found in many tropical countries. Recent legislation and reduced budgets require that the agency change its inventory policies. This paper outlines the strategy we are using to develop and obtain support for a new inventory handbook and gives some suggestions on actions individuals can take to help bring about needed changes.

Abstracto--El Servicio Forestal del Ministerio de Agricultura de los EE. UU. maneja los recursos renovables en casi 772.000 kilómetros cuadrados de terreno. En cuanto a su alcance, su variedad y su valor, los recursos manejados por el Servicio son comparables con los recursos encontrados en mucho países tropicales. Como resultado de las leyes recién promulgadas y los presupuestos reducidos, el Servicio Forestal necesita cambiar sus políticas de mantenimiento del inventario. Este papel resume la estrategia que estamos empleando para desarrollar y obtener apoyo para un nuevo manual de procedimientos para el mantenimiento del inventario. Además, el papel propone varias sugerencias en cuanto a las medidas individuales que se pueden tomar con el propósito de efectuar los cambios que se necesitan.

---

### Introduction

The United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service is similar to many countries of the world in its resource management responsibilities and in the inventories it conducts. The Forest Service administers approximately 772,000 square kilometers of land and, in 1985, employed over 47,000 people (11). If all the lands that the Forest Service administers were consolidated and a new nation created, that nation would rank 37th in area out of the 169 countries that presently exist.

The Forest Service is organized to cover three major areas of responsibility: National Forest System (NFS), which manages and protects the renewable resources on National Forests and Grasslands; State and Private Forestry, which promotes cooperation with State foresters, private forests and woodland owners, and other private and public agencies; and Research in forestry and forest product utilization. The national headquarters is located in Washington, DC. The Washington office has 33 separate staffs generally grouped along the three major areas of responsibility.

NFS is organized and staffed along functional lines such as timber management, range management, and wildlife and fish management. Similar functional divisions are present in the nine Regions and 156 National Forests and Grasslands that make up the decentralized field units within NFS. Research is similarly organized into eight Forest and Range Experiment Stations.

The lands designated as National Forests and National Grasslands are quite diverse and scattered. They range from tropics in Puerto Rico to the ice caps in Alaska, from the giant redwoods of California to the deserts of Arizona, to the hardwood forests of the New England area. By law, these lands are to be managed for the sustained production of wood, forage, wildlife, wilderness, recreation, and water. Mineral extraction is also permitted.

Because of the size, value, and diversity of lands and resources that it administers, the Forest Service has resource inventory needs and concerns similar to those of many tropical countries.

The USDA Forest Service, through the Experiment Stations' Forest Inventory and Analysis (FIA) units, has the responsibility for inventorying and monitoring all the forest resources of the United States. In addition, the NFS Regional Offices have the task of periodically inventorying and monitoring all of the renewable resources on National Forest Lands and Grasslands. Table 1 lists the major Forest Service resource inventories (1,10).

---

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ H. Gyde Lund is an Inventory Specialist, USDA Forest Service, Washington, DC.

Table 1--Current Forest Service inventories.

Inventory subject	Major use(s)	Responsible staff
Nationwide forest resource inventory	National assessments State survey reports	Forest Inventory & Economic Research
Forestwide survey	National assessments State survey reports Forest plans	Timber Management
Silvicultural examinations	Forest, project plans	Timber Management
Timber cruises	Project plans	Timber Management
Regeneration survey	Project plans	Timber Management
Research natural areas	Project plans	Timber Management Research
Range analysis	National assessments Forest, project plans	Range Management
Water quality	National assessments Forest, project plans	Watershed & Air Management
Soil resource	National assessments Forest, project plans	Watershed & Air Management
Threatened and endangered species survey	National assessments Forest, project plans	Wildlife & Fisheries Management
Wildlife & fish habitat survey	National assessments Forest, project plans	Wildlife & Fisheries Management
Cultural resources	National assessments Forest, project plans	Recreation Management
Recreation opportunity spectrum (ROS)	National assessments Forest, project plans	Recreation Management
Visual management	National assessments Forest, project plans	Recreation Management
Common variety minerals	National assessments Forest, project plans	Minerals & Geology Management
Fuels inventory	Forest, project plans	Fire & Aviation Management
Forest pest condition	Forest, project plans	Forest Pest Management
Land status and utility corridors	National assessments Forest, project plans	Lands

Many of these inventories are used in the preparation of periodic national assessments, State survey reports, and Forest plans. Some of these inventories take up to 4 years to complete including design, implementation, analysis, and reporting.

The agency also conducts special surveys to inventory and monitor damage due to "catastrophic" events such as fires, wind storms, floods, volcanic eruptions, earthquakes, and acid deposition. National direction for the inventories is developed at the Washington Office, but the Stations and Regions actually conduct the surveys.

Nearly all of the above inventories are independent of one another, resulting in overlap of responsibilities and duplication of data collection efforts. These problems, coupled with changing legislation and declining budgets have dictated that we revise our existing inventory direction to make it more effective and efficient.

We are in the process of developing a Resource Inventory Handbook to help resolve these issues. Considering the potential obstacles we could have faced in developing the directive, we carried out the task fairly easily. Given the similarity of inventory needs between the Forest Service and other countries, our strategy for developing this new direction may be applicable in the tropical nations of the world.

#### Developing New Policies

The remainder of this paper outlines the steps we took to develop the handbook. Agencies or nations having similar needs and concerns may use this strategy as a blueprint for making their own changes.

The steps we followed to date were to: identify or establish the need; obtain support; form a committee or task group; define the scope of the direction; provide interim guidance; and lastly, draft the handbook and solicit reviews.

#### Establish Need

A need to change policies usually stems from changes in laws or funding. We had changes in both in the Forest Service.

To determine the need, review the current laws and policies. Then examine current direction (manuals and handbooks) to determine if the directives are in line with the laws and regulations.

Forest Service legal requirements--As an example of this step, let us examine the requirements and direction in the Forest Service. Two recent major laws govern our resource evaluation and planning process. The Forest and Rangeland Renewable Resources Planning Act (RPA) of 1974 requires an assessment of the renewable

resources on all forest and rangelands in the United States at 10-year intervals (9). The assessment describes the Nation's renewable resource situation and projects future supplies of and demands for these resources.

Based on the national assessment, a long-range resource management program for the Forest Service is developed. The agency-level program recommends courses of action for five decades of management and administration of the National Forest System lands, for Forest Service Research, and for assistance to State and private cooperators.

Within NFS, Regional guides and integrated Forest plans are required by the National Forest Management Act (NFMA) of 1976, which amended RPA (9). Consistent with goals and objectives in the national RPA program, the Regional guides establish management standards and guidelines, attempt to resolve Regionally significant issues and concerns, and assign tentative output and activity levels to each Forest within the Region. The potential of an individual Forest to achieve the assigned RPA targets and to resolve local issues and concerns is then addressed in the Forest plan. Inventory information used to develop the Forest plan is later used to develop and update subsequent RPA assessments, programs, and Regional direction.

Review--The requirements in our laws and regulations are conveyed to our field units in the form of directives including the Forest Service Manual (FSM), Forest Service Handbooks (FSH), and supplements. The manual contains legal authorities, objectives, policies, responsibilities, delegations, and instructions needed on a continuing basis by Forest Service personnel to plan and execute assigned programs and activities. Handbooks are directives that provide detailed instructions on how to proceed with a specialized phase of a program or activity. Supplements to the manual and handbooks may be developed by field units to adapt national level directives for localized application (8).

In our review, we found 12 additional laws, at least 57 manual sections, and 20 national handbooks dealing with or touching upon Forest Service resource inventories. Many of the handbooks were further supplemented by the field units. There were, for example, at least 34 Regional and Station supplements relating to timber inventories alone. The review of the direction and laws indicated that changes were necessary.

Need to update direction--Some inventory policies and direction were developed before RPA and NFMA were passed. RPA and NFMA call for an interdisciplinary planning process. Prior to the passage of these laws, individual resource plans were used. These plans were based upon single function inventories. Inventory specialists collected data primarily in areas that would be managed for a specific purpose.



This information was then used to formulate the individual resource plan.

In contrast to the past planning, usage of the land under the requirements of NFMA is not known until the Forest plan is complete and approved. Each acre of land must, therefore, be evaluated for opportunities to provide a variety of goods and services. Put more simply, every acre of National Forest land needs to be inventoried for all possible uses. Consequently, inventories designed to meet past needs may have missed some areas and certainly may have overlooked other potential uses of the land and resources. Updated direction encouraging an interdisciplinary approach in inventory planning can resolve this concern.

Need to define national information requirements--We found that the inventory specifications for meeting future RPA assessment and Forest planning needs for the 1990's and beyond were weak. Given the amount of time it takes to complete our inventories, more complete definition of information requirements was needed. Without such specifications there is no way to ensure that the necessary data will be available and no way to uniformly measure the quality of the end products.

Need to coordinate data collection--Upon further investigation, we found an overlap of responsibilities. Often the same data were collected in the same area, but by different resource specialists and at different times. Some data were being collected and stored for which there were no apparent uses, and some lands and resources were not being inventoried at all (13). We also realized that the quality of inventory data varied from field office to field office and between resource functions, and yet such information was often being treated equally in Forest planning, RPA programming, and developing national assessments. Given these findings, as well as the forecast of declining budgets, we determined that new direction encouraging better coordination and quality control was needed.

#### Obtain Agency Support

Once the need for making the change has been established, the next step is to get support from all appropriate levels in the organization. In our case support was needed from the Regional Foresters, Station Directors, Washington Office Staff Directors, and lastly, the Chief of the Forest Service.

Have end users request change--In our decentralized agency, support for making national changes works best if the request for the change originates from the people primarily responsible for implementing and using the direction. This responsibility generally falls to our Regions and Station staffs.

To obtain a recommendation from the field, we sent a questionnaire to our Regional timber

units outlining the needs and concerns as we saw them. We asked the units if they agreed that there were concerns, and if so, what was the best way to solve them. As a follow-up to the questionnaire, Regional representatives developed written recommendations for change in current policies at a national timber management meeting (3).

The timber recommendations were forwarded to the Director of Timber Management in Washington, DC, along with suggestions for implementation. Included in the report was a recommendation to establish a multi-functional task group to develop new or updated policy and direction.

Obtain concurrence of proposed changes from other effected staffs--Concurrence of key Washington Office Staff Directors is required to bring about changes that may effect other functional areas. Without the support from the other directors, the policy might never be adopted. The same analogy probably holds true for any large organization.

To gain further support for our effort, the Regional suggestions were approved by our Timber Director and forwarded to other resource staff directors for their concurrence. The Forest Service is a progressive agency and we are particularly fortunate to have an attitude of cooperation. Projects that would make operations more effective throughout the agency are usually supported.

Since the other functions were also faced with declining budgets, the staff directors saw the advantages of developing policies that would allow the agency to carry out the inventory programs more effectively. The concurrences were received. A letter bearing the signatures of the key staff directors was forwarded to the Chief of the Forest Service for approval.

Obtain agency head approval--The final step in getting approval for the project is to obtain concurrence for the work from the appropriate agency head. Given the evidence of support for new direction from the field and national levels, the Chief approved the project.

#### Form Committee

The next step is the formation of a task group to develop the new direction. Very seldom can changes in policy and direction in an agency as large as the Forest Service be developed by a single individual. Some type of task group or committee is usually required to draft the direction and to ensure that all potential impacts of the change are understood and that the changes will be accepted by other staffs and field units.

In our case, we sought and needed multi-disciplinary input at our National Headquarters to develop the new direction. The letter to the Chief carried recommended names of people who were qualified and willing to work together.

Also included was a suggestion for a chairman representing a "neutral" function. When the Chief approved the project, he also approved the creation of the Resource Inventory Coordination Task Group (RICTG), and authorized member involvement (2). RICTG consists of representatives from Timber, Range, Recreation, Wildlife, Watershed, Cooperative Forestry, Information Systems, Land Management Planning, and RPA Staffs. It is chaired by the Staff Director for Forest Inventory and Economic Research, considered to be a "neutral" staff by the RICTG members.

The charter of the committee should be clearly defined--The RICTG was to develop the Resource Inventory Handbook. To be included in the handbook would be specifications of minimum information needs for Forest plans and national assessments (e.g., data elements, precision requirements, common reporting units, and timing frequencies). This responsibility was spelled out in the letter from the Chief and distributed to key national headquarters staffs and field units.

The duties of each committee member should be understood--The RICTG committee members drafted various portions of the handbook, served as the spokesperson for their respective staffs, and were the primary contacts with the Regions and Stations within their functional areas of responsibility.

#### Defining the Limits of the Directive

There are limits as to how far one should go in establishing direction and standards in an agency. The RICTG had to determine how much detail was really needed in the handbook. To this end, the value of an information needs assessment and guidance from the end users can assist in defining these limits.

Do an information needs assessment--Minimize the potential impact on the field by doing an information needs assessment. Review what is required by law and current regulations, then develop only the necessary direction to address those needs. Do not include information that your field units think may be needed. Limit the assessment to only that required by law.

In our case, we limited the scope of our handbook to only that information that is required by law for the RPA assessment and for Forest planning. Resource analysts, who were to use the results of the inventories, initially defined the assessment and planning information requirements. These requirements were translated into data elements by inventory specialists.

Initially we identified over 260 data elements that could be required nationally. After doing our preliminary needs assessment, we found that most, if not all, of the required inventory-derived information could be generated from about 200 variables presently being collected.

Nearly 60 percent of these data elements are common to two or more resource functions and over 74 percent are needed for both the RPA assessment and for Forest planning.

We did not attempt to identify all the inventory information needed by the Forest Service. The identification and specification of information needed to meet local needs was left to the field units to do.

Consult users for input--User support will continue as long as the field units feel that they will have input in the final direction.

RICTG agreed that the field should provide the bulk of the information in the proposed direction. The group drafted very broad policy statements and an outline of the proposed handbook. These were presented at a national forest land inventory workshop, involving NFS Timber and Research FIA representatives from our field units.

The proceedings from the forest land inventory workshop were printed (4) and copies sent to all our field units and National Headquarters staffs. The recommendations from the forest land workshop were presented at a workshop on inventory integration held in Portland, Oregon, and involving all NFS resource functions. The recommendations were also discussed at an FIA inventory techniques workshop held in Santa Fe, New Mexico.

The Portland participants developed specific wording for the handbook including that needed for: inventory coordination; RPA assessment information needs; standard definitions and precision requirements; data base management; use of common locations; development and identification of core data; inventory design, organization, budgeting, and scheduling; and vegetation measurement techniques. The recommendations from the Portland workshop were printed (7) and distributed to our field units.

The Santa Fe participants developed recommendations about how to go about defining the information needs at the national level (13). Copies of the Santa Fe recommendations were passed on to the RICTG members.

In all our inventory workshops, participants stressed that the handbook should be only limited to direction or instruction that would encourage coordination and standardization of information. Techniques to provide the information and achieve the standards should be left up to the Regions and Stations, in order to promote creativity in the field.

#### Provide Interim Guidance

The writing of new direction, getting its approval, and making final issuance of national policies takes time. Therefore, it may be desirable to issue some type of interim guidance that field units may use at their option.



We realized that the completion of the Resource Inventory Handbook was to be some time in the future. Changes in inventory designs and more coordination in data collecting were needed immediately if we hoped to have any influence on the outcome on Forest planning in the 1990's and the 1999 RPA assessment. Therefore we decided to issue a document that the field could use to better their inventories. Some basic principles on designing and coordinating inventories were developed. These principles, plus the recommendations from our previous inventory workshops, were incorporated into a General Technical Report entitled A Primer on Integrating Resource Inventories (5). This publication was sent to the field for optional use until the final direction is issued.

#### Draft the Direction

Once the scope and content of the handbook is defined, the next step is to draft the direction. We established responsibility, used resource specialist expertise, used existing direction to the extent possible, and once again relied on the field for reviews and additional input.

Assign responsibilities--From the start, clearly define who has the lead responsibility for drafting the direction. In developing the Resource Inventory Handbook, resource specialists from RICTG were assigned specific portions of the text.

Utilize existing direction to the extent possible--This reduces the impact of change on the organization.

To develop a data element section of the Resource Inventory Handbook, for example, we gathered definitions and instructions from existing field supplements, then generalized them to make the direction applicable nationwide.

Seek agreement in draft direction within the coordination group--Once a draft has been assembled, get agreement on the text within the committee before further action.

Prior to sending the handbook out to the field, we sought review and agreement within the RICTG on its content. Wording changes were sought from all individuals on the task group. Responses such as "no comment" or no response from individuals were considered as total agreement with the text.

Many of the data element definitions and measurement requirements were not standard among the functions and end users. These were tentatively resolved within the RICTG.

#### Obtain User Review

After the draft has been written let the potential users review the document. This

provides an early warning as to concerns that may be encountered in implementing the new policy.

As sections of the Resource Inventory Handbook were developed, they were sent to our Stations, Regions, and Washington Office staffs (6). One consolidated review was sought from each office, thus necessitating coordination, particularly within our field units.

Reviewers were told to make the direction read the way they wanted it to--that is, to add, delete, or change the wording in the draft. Changes were to be made directly in the text. Only those pages that needed to be changed were to be forwarded to the RICTG.

Staffs and field units were held responsible for providing reviews. No comments and non-responses were considered as concurrence with the draft handbook.

Due dates for responses were established. Responses were logged in as they were received. Units not providing reviews by the due date were sent reminders to reply. In the end, we had 100 percent response from our field units and 88 percent response from our Washington staffs.

#### Resolve Conflicts

After any review, there will always be some conflicts to resolve. As in writing the draft direction, it is best to assign the responsibility for resolution to the appropriate specialists.

We are just in the midst of resolving the comments that we have received from the latest review (6). In the end, the resource analysts will have the final word as to the information needs required for the RPA assessment and for Forest Planning. The inventory specialists at our national headquarters will make the final determination in inventory data element definitions and standards. Our information systems people will have the final input as to standard codes.

#### Status of the Handbook

The present draft of the Resource Inventory Handbook includes a customary "Zero" code and four chapters (12). The Zero code contains a listing of authorities or laws under which the agency conducts resource inventories, the objectives for the handbook, general policy statements, the responsibilities of the various field units, definitions, and references.

The first chapter covers national guidance on the planning, design, and documentation of resource inventories. The second chapter lists the national inventory information requirements. Here, for the first time, the inventory-derived information requirements for future national assessments, Forest planning, and other national



needs are given. Also included are the consolidated requirements for the management of the timber, range, wildlife and fish, recreation, watershed and air, and mineral and geologic resources. Ties between resource functions and inventory uses are given.

The third chapter contains the description of the variables or data elements normally used to produce the nationally required information. Definitions, measurement rules, and standards are given for vegetation, fauna, soil, water, air, minerals, area, and control variables. This chapter will serve as a data element dictionary. Approximately 200 variables are described.

The fourth chapter will cover monitoring needs; however, no work has yet been done on this section.

The draft is about 90 percent complete. When finished, the handbook will replace about one-third of the existing inventory direction through consolidation of duplicate material. It may also reduce the number of functional inventories that we now conduct through coordination and development of multiresource inventories. Use of the common definitions will promote data sharing and quality control in the inventories. Implementation of the directive will ensure that we collect the right data to meet future needs and that the data are collected and used in the most effective manner possible.

The handbook will serve as an umbrella under which the field units are free to move or to broaden. The Regions and Stations may expand upon the directive to meet local needs and concerns. The handbook does not restrict field units in the design of their inventories, in the techniques used to gather information, or in which data should be collected.

At this time, it is impossible to say with certainty if and when the new direction will be issued and implemented. We do know that we will have to go through at least one more review and rewriting effort. A major benefit in developing the draft is that it has already brought about more coordination between National Headquarters staffs and field units than we have had in the past. The net result will be more effective inventories designed to consider national needs at lower costs.

#### Individual Actions To Promote Change

Up to now we have covered the processes we have used in the Forest Service to develop change in the inventory policies of the agency. Now, as a summary for this paper, let's look at some actions that you as an individual can take to bring about change in your organization.

1. The change has to be truly needed and you have to want the change to take place. Without the first ingredient, you should not be successful and without the second, the change may be long in coming.
2. Become personally and actively involved in bringing about the change. Be a "pusher," "puller," or "workhorse," but not necessarily the leader. Recognize the advantages of having a "neutral person" in charge particularly in a committee or task group situation.
3. Legalize your involvement. Volunteer to be assigned to the project or appointed to the task force. Have your supervisor officially recognize your involvement by programming your time on the project. Hold yourself accountable for bringing about progress.
4. Work within your agency's system of protocol for implementing change. Realize that there may be other systems in which you could operate to bring about change including local, national, and international professional societies and unions. Know how the systems work and make the systems work for you.
5. If you are working on a committee, request that an agenda be provided to all members well in advance of the next meeting. Suggest modifications of the agenda if you are in disagreement.
6. Always come to the meeting of the group with written recommendations. Have enough copies for each member. This keeps the group moving forward and focuses their attention on things that you think are important. If the group or committee wishes to deal with a different subject or take a different approach, then support their wishes.
7. Be the recorder or note taker for the task group. This ensures that key decisions are documented and also gives you the opportunity to provide your input. Be sure that you circulate your notes to the other members for their approval or revision.
8. Provide and accept constructive criticism. When asked for advice, provide it both verbally and in writing.
9. Recognize the expertise and responsibilities of others. Request that the responsibilities of the committee members be clearly spelled out and understood by all and that the members accept their assigned tasks.
10. Seek advice from your peers at your field units. Listen to and document their recommendations. Provide feedback on your actions.

11. Keep people informed. Document meetings and submit reports on accomplishments and decisions to your supervisor. With your supervisor and/or the committee's permission, send out copies of reports on decisions and progress to those that may be affected by the change.
12. Recognize potential obstacles and sources of conflicts ahead of time. Turn these into opportunities for coordination and involvement of others. Recognize that the department or agency head is the decision maker, but more often than not, such a person depends upon the input from a staff member. (This is true for political figures as well). Find out who that staff member is and get that person active in developing the recommended change.
13. Set the example. Be on time to meetings and strive to make deadlines that are established. When a decision has been made by the group, support that decision.
14. Always build upon what has been accomplished. Look for opportunities to tie into past work and current activities. Keep moving forward.
15. Always give credit where credit is due. In most cases, the changes that take place will be due to a team effort. Such effort has to be acknowledged.
16. Lastly, be patient, but be persistent. Changes take time. It has taken us nearly three years to develop our direction to date and may take at least another year to complete.
4. Lund, H. Gyde. ed. Preparing for the 21st century. Proceedings of the forest land inventory workshop; 1984 March 26-30; Denver, CO. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Timber Management Staff; 1984. 334 p.
5. Lund, H. Gyde. A primer on integrating resource inventories. Gen. Tech. Report WO-49. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 1986. 64 p.
6. Ohman, John H.; Beasley, J. Lamar. Responsibilities and contacts for draft FSH 1909.X3. 1900 Letter dated July 3, 1986. On file at Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 2 p.
7. Schlatterer, Ed; Lund, H. Gyde. eds. Proceedings of the inventory integration workshop; 1984 October 15-19; Portland, OR. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Range and Timber Management Staffs; 1984. 165 p.
8. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Directive system. FSM 1100. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 1983. Miscellaneous pagination.
9. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. The principal laws relating to Forest Service activities. Agric. Handb. 453. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture; 1983. 591 p.
10. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Forest Service resource inventory: an overview. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Resource Economics Research Staff; 1985. 29p.

#### References

1. Haught, Adrian. Listing of Forest Service inventories. Unpublished report dated February 4, 1985. On file at Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Resources Planning Act Staff. 3 p.
2. Housley, R.M.; Buckman, Robert E. Resource inventory coordination. 1250 Letter dated January 18, 1984. On file at Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 3 p.
3. Lund, H. Gyde. Planning for Future Issues: National timber program and management planning workshop; 1983 October 11-14; Portland, OR. 1360 Letter dated November 14, 1983. On file at Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Timber Management Staff. 4 p.
11. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Report of the Forest Service - Fiscal Year 1985. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 1985. 160 p.
12. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Resource inventory handbook. Draft FSH 1909.X3. On file at Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service; 1986. Miscellaneous pagination.
13. Van Hooser, Dwane. 1985 FIA techniques coordination workshop. 4810 Letter dated October 11, 1985. On file at Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 31 p.



J. Frank McCormick 2/

**ABSTRACT.** Throughout the tropics economic development projects, especially agriucultural projects, are being implemented in marginal lands. Integrated resource planning and management can minimize environmental impacts and resource degradation associated with economic development. Experience has revealed eight important prerequisites to successful implementation of integrated resource management. These include: 1) Sufficient scientific knowledge to construct conceptual models of regional ecosystems; 2) Resource inventory information sufficient to develop qualitative and quantitative estimates of the natural resource base; 3) Research, when resource information is insufficient; 4) Appropriate technologies to put ideas into action; 5) Technical training to insure sustained performance; 6) Understanding of political realities; 7) Public receptivity; and 8) Sustained funding.

**RESUMEN.** En todo sector tropical se están implementando proyectos de desarrollo económico, especialmente proyectos agrícolas, en terrenos marginales. Puede obtenerse un impacto mínimo en el medio ambiente, así como en la degradación de recursos asociados con el desarrollo económico, si se preparan planes integrados para la proyección y manejo de recursos naturales. La experiencia nos ha demostrado ocho importantes requisitos previos para implementar con éxito el manejo integrado de recursos, a saber:

- 1) Conocimientos científicos suficientes para interpretar modelos de sistemas ecológicos regionales.
- 2) Suficiente información sobre recursos para poder preparar evaluaciones cualitativas y cuantitativas en relación con la base de recursos naturales.
- 3) Investigaciones, cuando se carece de suficiente información con respecto a los recursos.
- 4) Tecnologías a propósito para poner las ideas en acción.
- 5) Entrenamiento técnico, para estar seguros de una ejecución continua.
- 6) Comprensión de las realidades políticas.
- 7) Receptividad por parte del público.
- 8) Continua entrada de fondos.

This presentation is based upon field research in Africa (McCormick 1983), Central America (McCormick 1980), and South East Asia (McCormick 1985). However, observations and conclusions are generally applicable to other tropical regions.

Economic development in tropical regions throughout the world primarily involves the development of natural resources. The most common and most challenging resource development activities are expansion and intensification of agriculture in marginal lands. Tropical montane forests, semi arid lowlands, and wetlands are

among the last habitats to be exploited because they are relatively inaccessible, have steep slopes, shallow rocky soils, cool climates, or have been protected as critical watersheds or wildlife refuges. These same characteristics, coupled with high rainfall, cause tropical mountain ecosystems to be unusually vulnerable to soil erosion once they are disturbed. Disturbance also leads to extensive nutrient depletion, because most available nutrients reside in the vegetation, rather than in the soil. Therefore, when vegetation is cut, burned, or cleared, nutrient losses are immediate and extensive. Carrying capacities of marginally productive semi arid lowlands are being exceeded by a variety of natural and man induced stresses. Unrealistically high livestock densities prevail, even when confronted by prolonged drought. In some cases, government policies constrain nomadic peoples to human settlements, resulting in excessive grazing pressures in areas surrounding hastily developed wells. In other instances semi arid grazing lands are being converted to cultivated agriculture, too often without regard to demands upon, and

1/ Presented at the International Conference and Workshop on Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics, Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987.

2/ Dr. J. Frank McCormick, Professor, Graduate Program in Ecology, University of Tennessee, Knoxville, TN 37996 USA



impacts of, the limited water and nutrient resources required to subsidize agricultural production. Wetlands are critical habitats for fish and wildlife and serve a variety of important functions in water purification and aquifer recharge. In spite of these intrinsic values wetlands are being drained for conversion to agricultural land or for mining of peat. Under each of these situations, montane tropical forests, semi arid lowlands, or wetlands, sustained production is difficult to achieve. Short-term economic gains seldom justify irreversible losses of marginally productive lands.

The preceding does not entirely preclude economic development in marginally productive tropical environments, but it does illustrate the need for integrated environmental and economic development planning to minimize adverse environmental impacts and to insure sustained economic productivity.

#### Rationale for Integrated Resource Management

Natural ecosystems, as well as their intensively managed agricultural counterparts, are thermodynamic systems composed of interconnected and interdependent biotic components. Although ecological science provides extensive evidence of the holistic and interconnected nature of these systems, individual components such as forests, fish, wildlife, people, soils, water, or other natural resources are too often considered independent entities. Failure to understand ecological relationships usually leads to inappropriate and ineffective resource management strategies. The strategies, policies, and practices of resource management must be compatible with the systems being managed. Ideally, the administrative structure of the management system should mimic the structure of the systems being managed. One useful approach is to develop a conceptual ecosystem model of regional watersheds to serve as a template; by this method, interconnections between components of the model reveal interconnections required for effective management. Integrated resource management is appropriate for most situations, but it is especially appropriate in avoiding irreversible destruction of marginal tropical lands or other fragile ecosystems. Integrated resource management will not solve all problems associated with the development of marginal tropical lands, but it will contribute to the reduction or solution to many problems encountered.

#### Implementation of Integrated Resource Management

Experience in Africa, Central America, and South East Asia has revealed eight important prerequisites for successful implementation of integrated resource management:

- 1) Sufficient scientific knowledge to develop conceptual models of regional ecosystems. The state-of-the-art in ecological modeling is sufficient to develop generic models of the major biomes and ecosystems of the world. Cooperative

international research programs such as the International Biological Program (IBP) and UNESCO's Man and Biosphere (MAB) Program have provided much of the scientific information upon which these models depend. Structural and functional relationships revealed by these models are useful in structuring management strategies, policies, and practices. For example, knowledge of the range of natural variability in population community, and ecosystem parameters enables managers to monitor selected criteria and avoid costly interventions except when fluctuations exceed natural limits.

- 2) Resource inventory information sufficient to develop qualitative and quantitative estimates of the natural resource base. In most developing nations, especially former European colonies, considerable historical information is available. During the past quarter century, natural resource inventories and demographic surveys have been widely supported by international assistance agencies and by multinational corporations considering development projects. In most cases, historical and contemporary information is sufficient to analyze qualitative and quantitative trends in natural resource consumption. Satellite and aircraft imagery are also available for most areas of concern, especially arid lowlands.

- 3) Research. When natural resource information is fragmentary, out-of-date, or non-existent, ecological research may be needed to understand the dynamics of particular ecosystems, to inventory vegetation or water resources, to estimate rates of soil erosion, deforestation, demographic change in human populations, etc. Research need not be exhaustive. Ecological models have been used successfully to predict impacts of development projects when data for only a few of the ecological parameters were obtainable (Holling, 1978).

- 4) Appropriate technologies to put ideas into action. Integrated resource management depends upon an integrated data base. Both remote sensing and computer assisted data management are rapidly advancing technologies capable of providing resource information in a fraction of the time required by traditional methods. Quantitative and qualitative descriptions of natural resources may be digitized onto geographic coordinates, stored in microcomputers and recalled as combinations of site specific factors that facilitate integrated analysis and planning. Most importantly, information may be updated at any time. Historical trends of resource utilization can be developed from time sequence data and can be compared to contemporary and projected supply and demand relationships. These projections enable decision makers to implement management and development plans which best meet future needs.

- 5) Technical training to insure sustained performance. Technical training may be required

in ecological science, resource inventory (including remote sensing), computer programming, data analysis, and environmental and land use planning. Occasionally, overseas training may be most appropriate; however, in-country training is usually most desirable through short courses and conferences. Overseas training can remove too many people from critical tasks for unreasonable periods of time. Especially effective are visits to other countries in the same region or continent to observe the variety of approaches others have used to deal with similar problems. Technical training must be sufficient for host country staff to maintain the resource management program independent of international counterparts.

6) Understanding of political realities which provide support or constraints. Considerable attention must be given to means of incorporating integrated resource management into existing administrative processes and structures. Because this is a new concept to most countries, implementation requires governments to make economic development decisions in new ways. This involves increased cooperation and sharing of responsibilities and information. Considerable motivation is required to initiate such changes within pre-existing administrative units. As we all know, knowledge is power and the most devoted state servants are reluctant to share power. However, reorganization or imposition of new environmental offices with new responsibilities and authority, though difficult to achieve, is essential. Sometimes the integrated environmental and economic planning needed to support integrated resource management has been added as an office under the authority of the President of the country. Representatives of traditional ministries then serve as liaisons to this new office of coordination and integration.

Developing countries are among the most receptive to this scientific approach to resource management. Perhaps this is because their governments are more flexible and less massive than those of many industrialized nations, or perhaps because they are more enlightened. The President of Rwanda reflects an enlightened attitude in his statement that, "the struggle for economic development will have been in vain if, in the course of the struggle, sustained productivity of the natural resources is jeopardized".

7) Public receptivity to policies and practices which differ from tradition. Public receptivity is one of the most important, yet most neglected, requirements for successful implementation of integrated resource management. Public education and local demonstration projects are helpful in overcoming suspicion, doubt, or ignorance of non-traditional land use policies and practices. Education may be provided within school systems or through public meetings where films are extremely useful.

8) Availability of funding. When funding is limited, environmental safeguards are often the first item to be dismissed. The procedure for obtaining funding can, itself be influenced by the structure of the integrated management system. A lead donor agency may provide funds only for the core activities (the director, staff for data management and analysis, computer facilities, and vehicle) which integrates information from all other activities. The host government may provide office space and drivers. Inventories or research on individual resources may then be funded by individual donors who wished to be identified as supporting specific activities such as water resources or, agro-forestry.

In summary, marginal lands are especially vulnerable to expansion and intensification of economic development. When funds are limited, the most effective means of improving resource development may be through improved resource management. Coordinated environmental and economic planning and management can minimize adverse environmental impacts. Principles of ecological science provide guidelines for programs of integrated resource management which offer the greatest hope for sustained ecological and economic production in marginal lands of the tropics and elsewhere.

#### References Cited

1. Holling, C.S. 1978. An Analysis of Regional Development in Venezuela. In: Adaptive Environmental Assessment and Management. C. S. Hollings. Ed. Pp 243-380.
2. McCormick, J.F. 1980. Assessment of Ecological factors important to the development of Lago De Managua as a multiple use resource. Graduate Program in Ecology, University of Tennessee, Knoxville.
3. McCormick, J.F. 1983. A proposal for a cooperative regional demonstration project jointly sponsored by the Government of Rwanda and the U.S. Agency for International Development. Graduate Program in Ecology, University of Tennessee, Knoxville.
4. McCormick, J.F. 1985. Ecological Guidelines for Conservation and Development in Tropical Mountain Areas. Proceedings of the International Symposium on Ecology of Tropical and Subtropical Mountain Areas. China Academic Press, pp. 185-187.



APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL TROPICO QUE RODEA  
A LA RESERVA DE LA BIOSFERA, ZIYAN CAAN EN  
QUINTANA ROO, MEXICO. 1/

JOEL AYALA CASTELLANOS. 2/

---

Resumen.-El presente trabajo muestra las principales características, descripción y problemática de la zona que rodea a la Reserva de la Biosfera ZIYAN CAAN, Edo. de Quintana Roo, México, reflejo de lo que acontece en el país por el uso incorrecto de los recursos causados principalmente por una imperiosa necesidad para obtener alimentos y cubrir otras de gran importancia.

Se enuncian posibles perspectivas inmediatas, y la estrategia a seguir tomando en consideración el aprovechamiento de los recursos naturales y la relación económica-social.

Abstracts.- Description, characteristics and problems, of the zone bordering to Reserva de la Biosfera ZIYAN CAAN, Estado de Quintana Roo, México, reflected the reality of country for incorrect use of land and resources for the obtaining of food. Perspectives and strategies for the development of natural resources and the relation economic-social.

---

### Introducción

El bosque tropical está desapareciendo rápidamente en la República Mexicana, sin embargo Quintana Roo conservó la mayor parte de sus recursos naturales hasta los primeros años de la década de los setentas. Hasta entonces, sólo dos actividades económicas habían repercutido en el bosque tropical: la milpa y la explotación forestal.

Estas actividades van en aumento y han traído consigo un rápido retroceso de la selva, debido a los grandes desmontes, destinados principalmente a actividades agropecuarias efímeras y poco productivas.

Preocupado por diversas situaciones el Gobierno Estatal de Quintana Roo, encargó en 1981, diversos estudios que culminaron con la propuesta de creación de la Reserva de la Biósfera de ZIYAN CAAN.

La idea central en la política de creación de reservas de la biósfera es que cualquier área destinada a la protección

de los ecosistemas sea viable y tenga posibilidades de cumplir sus metas sólo si se involucra dentro de sus actividades, su estructura y su funcionamiento a las personas que viven en el área de la reserva.

Para su establecimiento consideraron un área con una extensión de decenas de miles de hectáreas, que contienen muestras representativas de biomas naturales y de ecosistemas modificados o degradados, e incorporan la problemática socioeconómica local y regional para la mayor conservación de los recursos naturales.

La conservación de la naturaleza, tanto de plantas como animales, ha dejado de ser sólo un planteamiento hecho por estudiosos en la materia para convertirse en una necesidad práctica de política nacional y mundial.

Un país que destruye su patrimonio histórico y natural, está cerrando opciones para su futuro. En nombre de un desarrollo momentáneo y discutible, y en otros por ignorancia y falta de iniciativa, está aumentando su dependencia de los países industrializados.

### Localización

La reserva de ZIYAN CAAN se localiza en la porción costera central del Estado de Quintana Roo, perteneciente al municipio Felipe Carrillo Puerto, entre la carretera que sigue una línea de norte a sur número 307, y el Mar Caribe incluyendo tierras

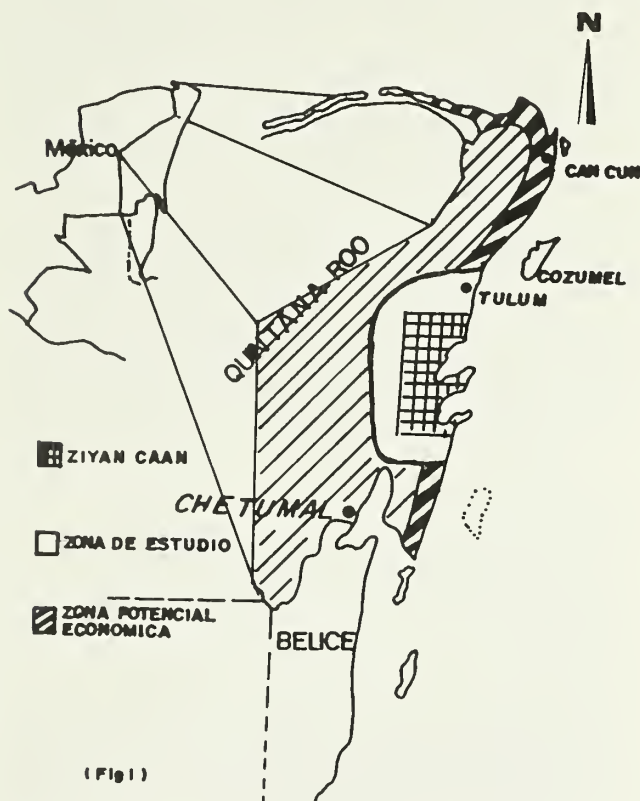
---

1/ TRABAJO PRESENTADO EN LA REUNION Y CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EVALUACION DE TIERRAS Y RECURSOS PARA LA PLANEACION NACIONAL EN LAS ZONAS TROPICALES (CHETUMAL, MEXICO, ENERO 25-31, 1987).

2/ Lic. y Mtro. en Geografía. Area de trabajo: Planeación Urbana y Recursos Naturales. Colegio de Geografía UNAM. México.



aledañas a las bahías de la Ascensión y Espíritu Santo. Comprendiendo una extensión aproximada de 430,000 hectáreas, de las cuáles 280,000 has. corresponden a la porción terrestre y el resto a la acuática, siendo la mayor parte de la tierra terrenos nacionales. (fig.1).



#### Importancia

El área geográfica de la reserva, presenta gran variedad de ambientes: selvas medianas y bajas subperenifolias y bajas caducifolias en terrenos elevados, en tierras inundables existen manglares, marismas y diversas zonas que forman lagunas, bahías, islas, dunas, cayos y arrecifes. Tal diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos hacen de ZIYAN CAAN una zona representativa del Sureste mexicano y por consecuencia apropiada para su conservación.

La diversidad de vegetación permite contar con fauna muy variada, siendo común encontrar especies en peligro de extinción algunos ejemplos son el jaguar, puma, tigrillo, mono araña, tapir, venado cola blanca, jabalí, oso hormiguero, pavo ocelado y otros.

Cabe señalar que existen los cocodrilos de pantano de manglar, una zona de cría de tortugas marinas caguama y carey, y una gran zona de arrecifes coralinos, que constituyen la segunda barrera arrecifal más grande del mundo.

#### Problemática

La problemática de conservación de la naturaleza es muy diferente en un país en vías de desarrollo y uno industrializado. En el primero se tienen altas tasas de crecimiento demográfico que demandan de satisfactores que conllevan al proceso de desarrollo económico, la frágil situación de cambio social y cultural, la diferente disponibilidad de recursos materiales y humanos, y las prioridades nacionales. Todo lo anterior genera fuertes presiones sobre áreas naturales aún no habitadas y explotadas.

Por otra parte la problemática ecológica tropical es diferente a la de los países con climas templados y fríos.

La problemática de manejo de la riqueza de los ecosistemas tropicales es bien conocida.

Las reflexiones anteriores sólo tienen significado en los países tropicales que buscan crear diversos fines y que están en posibilidad de hacerlo.

En México, las áreas protegidas son muy variadas. Incluyen desde algunas cuya extensión y composición son ricas en recursos naturales, hasta zonas protegidas de pocas hectáreas.

Sin duda alguna no existen estudios, previos sobre agua y suelo regionalmente, ni siquiera ha existido un criterio interdisciplinario para la selección de lugares y su extensión. Tampoco se ha tomado en cuenta los intereses y el desarrollo futuro de las poblaciones locales. En la mayoría de los casos la tenencia de la tierra es confusa siendo en ocasiones propiedad del Estado.

Esta situación no es exclusiva de México que tiene un regular sistema de parques comparado con otros países latinoamericanos y del mundo.

La solución en países como México está en establecer un sistema de Reservas de la Biósfera paralelo y complementario del de parque que en casos concretos pueda unir esfuerzos y áreas protegidas sin abandonar los parques.

En relación con la producción de la naturaleza, las premisas, las metas, son universales. La problemática, las presiones de todo tipo pero especialmente sociales y económicas son distintas en un país industrializado y uno que no lo es.

En México deben elaborarse programas que contengan como puntos primordiales los siguientes:

Seleccionar mecanismos eficientes de explotación que creen riqueza y bienestar y permitan la permanencia del recurso.

Es primordial establecer un sistema de reservas debido a la necesidad de conservar áreas en estado natural, considerando que responderán a tres propósitos fundamentales:

- 1) La conservación de un equilibrio entre las necesidades del hombre y los recursos naturales, lo cual además permitiría la acumulación de material genético, animal y vegetal.
- 2) La existencia de laboratorios naturales no perturbados donde se puedan realizar investigaciones que ayuden a comprender su estructura y funcionamiento así como el efecto de diversos tipos de perturbación que podría tener el mismo.
- 3) Las áreas naturales satisfacen demandas estéticas y recreativas del hombre.

Para que todo lo anterior sea una opción real de desarrollo en el país es necesario modificar el concepto que se tiene de una reserva territorial dedicada a satisfacer ciertas demandas.

Debemos tomar en cuenta su entorno, que es más dinámico y que es una zona productora de bienes económicos, sociales y alimenticios, además son conocidas las tecnologías que se han aplicado para la explotación extensiva en el trópico, no se han adecuado a las características de los sistemas particulares.

En realidad, hasta ahora éste tipo de proceso en zonas aledañas a las reservas en el trópico ha implicado una gran destrucción y sus consabidas consecuencias.

#### Problemas por resolver en áreas contiguas a la zona de reserva.

Entre algunos de los problemas por resolver relacionados con las zonas aledañas a la reserva citaremos las siguientes:

- La falta de apoyo técnico principalmente a pequeños productores.
- Insuficiencia de los canales de comercialización, distribución, abasto y financiamientos inadecuados.
- Desarrollo de actividades sin respetar o incluir otras como la extracción del petróleo, arcilla y materiales para la construcción.
- Inexistencia de investigaciones coordinadas en éstos complejos y frágiles ecosistemas tropicales que dé prioridad a los problemas regionales y que generen el conocimiento

necesario para el desarrollo de tecnologías adecuadas.

- La falta de integración entre distintos sectores productivos.
- Y, la investigación básica y aplicada.

En la zona aledaña lo más común es la milpa y la explotación forestal, estas actividades abren caminos a otros cultivos sin embargo éstos eliminan la vegetación original, rompen con el patrón cultural tradicional y modifica drásticamente las condiciones naturales, lo que trae como consecuencia el empobrecimiento del suelo e incrementa la erosión y estimula la proliferación de plagas.

Por otra parte la sobreexplotación agrícola rebasa la capacidad del suelo para seguir produciendo. Así el abandono de las tierras es inminente y obliga a seguir ampliando la frontera agrícola a costa de las áreas forestales inmediatas o nó y de reserva territorial comenzando los consabidos pirateos de recursos en forma legal e ilegal.

#### Perspectivas.

Es importante revalorar los productos naturales que se extraen de la zona tropical, creando conciencia de los problemas locales que deben considerarse a corto plazo.

La relación entre teoría y práctica redundará en las acciones más adecuadas como la correcta planeación en las siguientes áreas y sectores: agropecuario y forestal, marítimo-limnológica, urbana-industrial y turística.

Estos llevan a cabo diversos programas que tendrán como resultado futuro, acciones múltiples que traerán beneficios a la zona, sin embargo no todas las acciones son las más apropiadas por lo que convendría considerar los siguientes estudios y proyectos:

- La de realizar inventarios regionales de aspectos socioeconómicos y culturales de productos agropecuarios y forestales.
- Cálculo del aporte futuro de la zona para satisfacer necesidades básicas a nivel regional y nacional.
- Actualizar y adecuar el uso actual del suelo en forma cartográfica para detectar el uso potencial por zonas a nivel regional.
- Apoyo técnico y financiero para el desarrollo de agroindustrias mismas que reducirán el índice de desempleo, y por último
- Regulación y legislación adecuadas a las condiciones de la zona tropical;

Sería interesante crear un modelo de desarrollo regional adecuado a ésta zona con sus reservas de fórmulas, tecnología y políticas propias en la medida en que la zona tropical aledaña a la Reserva de la Biósfera ZIYAN CAAN, pueda provocar graves consecuencias a mediano y largo plazo para la región y para el país.

### Estrategia

Se tiene el propósito de hacer todo lo posible para que éste programa tenga éxito en sus diferentes aspectos. Para lograrlo es necesario eliminar diversos obstáculos que influirán de manera importante en el desarrollo deseado. Entre esos problemas se han identificado los siguientes:

- Los programas de desarrollo son elaborados al margen de aquellos a quienes se pretende beneficiar ello conduce a desaprovechar su experiencia y a perder su colaboración durante la etapa de ejecución.
- Es común que los programas sean elaborados por técnicos muy destacados pero pertenecientes a una misma disciplina científica. Esta puede ser la razón de muchos fracasos.
- La falta de estudios de rentabilidad económica de diversas actividades en la zona de estudio.

Debido a lo anterior se debe sostener la tesis de apoyar económicamente a la región para desarrollar al máximo su capacidad de producción sin detrimento de los recursos del trópico.

Por tal razón las posibles acciones en la zona de estudio son las siguientes:

Incorporar a la población local donde se apliquen diversos programas, mismos que tendrán mayor interés por los beneficios que contraerán.

Realizar los programas técnicos apoyados en los estudios de factibilidad económica, por actividad y por importancia de producción.

Estudios, proyectos y programas deben llevarse a cabo por grupos interdisciplinarios y deben tomar en cuenta a la población local, su ideosincracia, teniendo en cuenta la continuidad futura.



NATURAL AND CULTURAL PHYSICAL DETERMINANTS OF  
ANTHROPOGENIC DEFORESTATION IN THE CORDILLERA  
NOMBRE DE DIOS, HONDURAS<sup>1/</sup>

Aaron Kim Ludeke and Leslie M. Reid, Ph.D.<sup>2/</sup>

-----  
Abstract--This case study demonstrates a methodology for developing logistic regression models of deforestation. These models were developed using natural and cultural physical parameters as the independent variables. Using the "proximity to access" variable, a model resulting in an 87% prediction of land cover was developed.

Abstracto--Este estudio regional es una demostración de una metodología para desarrollar modelos logísticos de deforestación. Estos modelos consistieron de variables físicas y culturales como variables independientes. Usando el variable "el proximidad al acceso" un modelo del cubierto de campo fue desarrollado con 87% exactitud.  
-----

### Introduction

Tropical deforestation is one of the outstanding crises of our times. The destruction by man of the highly diverse forests of the tropics is leading to massive environmental disruptions including an historically unprecedented rate of species extinction. The potentially-disastrous consequences of tropical deforestation has reinforced the need for environmentally-sensitive development and for conservation through the establishment of national parks and equivalent reserves.

For this approach to succeed planners, policy-makers, and managers must have reliable, up-to-date information on the dynamic deforestation process to guide decision-making. The use of remotely-sensed imagery has provided valuable data for the delineation of deforested areas (4). Further, when multi-temporal coverage is available, the rate of deforestation can be quantified. However, useable multi-temporal coverage of a study area is an ideal seldom realized in the tropics. A major limitation is the unavailability of systematically-acquired imagery. Problems associated with these products, when available, include the high cost of acquisition, inadequate resolution for the study requirements, and interfering cloud cover. To

compensate for these limitations, there is a need to be able to predict those areas most susceptible to deforestation based on (often limited) existing data. This research demonstrates a methodology to predict those areas most susceptible to deforestation based on existing map data and aerial photography.

There have been previous analyses of the association between deforestation and natural and cultural physical parameters. In the 1970s a study was undertaken to develop a model of tropical deforestation in Northern Thailand using the variables land cover, cultural features, transportation networks, and physiographic features (7).

Two approaches were used. One used a Markov trend model to predict future land use from trends mapped in the recent past. However, this descriptive model could not provide spatial land cover information on a detailed basis, i.e., it could not identify areas with a higher probability of deforestation. Next, linear discriminant analysis was used to develop a multivariate spatial model using land cover change as the dependent variable. The independent variables included slope, elevation, proximity to housing, proximity to water courses, and proximity to roads and trails. This model proved more effective in predicting the location of the next change in land cover class than in predicting when that change would occur.

Sader and Joyce (9) used published maps depicting forest area, life zone, soils class, and proximity to transportation networks as inputs to a Geographic Information System (GIS) for an analysis of Costa Rica. The resulting descriptive statistics showed that the propensity for a forested area to be cleared of primary forest is a function of both biophysical

-----  
<sup>1/</sup>Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

<sup>2/</sup>Aaron Kim Ludeke is a doctoral candidate in Recreation and Resources Development at Texas A&M University, College Station, Texas.

Leslie M. Reid Ph.D. is Professor of Recreation and Parks at Texas A&M University, College Station, Texas.

characteristics of the landscape and human-related factors. They proposed as an extension of their research the development of a model of deforestation based on empirical relationships between biophysical variables and other predictors of deforestation. The objective of this study is to demonstrate a methodology for developing a deforestation probability model using existing natural and cultural variables.

### Setting

The study is set in the Pico Bonito region of the Cordillera Nombre de Dios, Honduras. It is delineated by the La Ceiba to Tela coastal highway on the north (as depicted on the La Masica and La Ceiba Instituto Geografico Nacional first edition map sheets) and the Rio Aguan on the south. The eastern boundary is defined by the Rio Cangrejal and the Rio Yaruca. The western boundary follows the Rio Cuero, then trends southeast to the Rio Aguan.

### Methodology

#### Development of Maps

Base maps of the study area were derived from 1:50,000 scale maps produced by the Instituto Geografico Nacional (IGN) of Honduras. Included were the first editions of the La Ceiba, La Masica, Jimia, Yaruca, Pico Bonito, Arenal, and Jutlapa map sheets. These maps were compiled using aerial photography covering the 1954 to 1965 time period. The aerial photography used to compile these maps was acquired from IGN, when available, and photointerpreted for comparison with the published maps. Areas deforested and areas with intact forest cover were delineated on map overlays of each of the base maps. Additional overlays developed for this study included the following classes:

- 1) proximity of forested areas to the forested/deforested edge,
- 2) proximity to the nearest population center,
- 3) proximity to the nearest house/shelter,
- 4) proximity to the nearest road,
- 5) proximity to nearest road, trail, or railroad line (i.e. access), and
- 6) proximity to the nearest perennial water course.

Overlay maps were also derived from the IGN maps depicting department (state) boundaries, elevation classes, and slope classes. Additional overlays developed included life zones (1) based on the Holdridge Life Zone system, and soils classes using Miller's (6) soils map of Honduras. Photography (at 1:40,000 scale) of the study area for the 1977-78 time period was acquired from the Honduras National Cadaster. Forested/deforested areas were delineated for the 1977-78 time period and the resulting maps compared with

the 1954-65 forested/deforested maps. Areas which appeared deforested in the earlier time period but forested in the later period were reclassified as deforested since the study emphasis was on intact, primary forest. A Kall reflecting projector was used to change the scale to the 1:50,000 base map scale as necessary.

The resulting thematic maps were entered in a digital data base using micro-GIS, a software package developed for microcomputers (IBM-PC compatible) by the Texas A&M Department of Forest Science (5). These data files were then reformatted to be compatible with a minicomputer-based GIS (SAGIS--a software package developed by the U.S. National Park Service) format using micro-GIS software. The final data analysis was accomplished using the SAGIS (2) software package on the VAX 8600 super-mini-computer at the Texas A&M University Computing Services Center.

### Data Analysis

Each of the base maps was divided into 0.25 km<sup>2</sup> grid cells based on the Universal Transverse Mercator (UTM) grid system. A 10% systematic sample of these maps was entered manually into a computerized data base. Only those grid cells which fell completely within the study area were included. These grid cells were then categorized as to soils class, life zone, and department based on the predominant class occurring within that grid cell. Only those grid cells which appeared to retain 100% of their natural forest cover were classified as forested. Otherwise they were classified as deforested for their respective time period. Elevation for each grid cell was recorded as the elevation of the cell centroid. Slope was defined as the average slope of the grid cell.

The proximity for each grid cell was determined by measuring the distance from the centroid to the nearest forested/deforested edge (only for those grid cells still forested), the nearest population center, the nearest house or shelter, the nearest road, the nearest road, trail, or railroad line (access), and the nearest perennial water course. This information was recorded as both a continuous variable and a discrete or categorical variable consistent with the digitized thematic map overlays. These data were entered into a computerized data base for statistical analysis.

### Statistical Analysis

#### Logistic Regression

Logistic regression was used because the objective of this research was to develop a model to predict a dichotomous (forested=0 and

deforested =1) dependent variable (Y) using independent variables (X) which cannot be assumed to satisfy the necessary assumptions of discriminant analysis (8). The function of the logistic model assumes that the slope of the regression line is sigmoid rather than linear. The basic form of the logistic function is  $Y = 1 / (1 + \exp(-bX))$ .

The SAS (Statistical Analysis System) procedures used to compute and compare the models were LOGIST (3) for the continuous independent variables and CATMOD (10) for the continuous and discrete independent variables. The SAS 5.15 software was run on the AMDAHL 5860 main-frame computer at the Texas A&M University Computing Services Center.

Model comparison focused on several statistical results. First, the overall ability of the model to predict whether a grid cell was forested or deforested was evaluated for each time period. This was determined from the ratio of the number of correct predictions to the number of samples. The next factor used for comparing models was the model  $R^2$ . The model  $R^2$  is not computed in the same manner as the  $R^2$  used in regression. It does give an indication of the fit of the model, but does not give as much information on the scatter of the data about the fitted line as the regression  $R^2$ .

Finally, the parsimony or conciseness of the model was considered. Given the above criteria, comparisons of some of the best models are shown in table 1.

Table 2--Contingency table showing the number and percent of samples correctly/incorrectly predicted for T2 using the categorical independent variable "proximity to access" in T1.

		PREDICTED	
		FORESTED	DEFORESTED
ACTUAL	FORESTED	238 90.2%	57 15.2%
	DEFORESTED	26 9.8%	318 84.8%

Table 3--Contingency table showing the number and percent of samples correctly/incorrectly predicted for T2 using the categorical independent variable "proximity to house/shelter" in T1.

		PREDICTED	
		FORESTED	DEFORESTED
ACTUAL	FORESTED	234 89.7%	61 16.1%
	DEFORESTED	27 10.3%	317 83.9%

Table 1--Model comparison table. The stars indicate the independent variable(s) used to construct the models. T1 refers to the 1954-65 time period. T2 refers to the 1977-78 time period.

COVER T2		PROXIMITY TO ACCESS T1	PROXIMITY TO ACCESS CLASS T1	PROXIMITY TO HOUSE T1	PROXIMITY TO HOUSE CLASS T1	PROXIMITY TO ROAD T1	SLOPE	SLOPE CLASS	SOILS CLASS	LIFE ZONE	COVER T1	
% CORRECT OVERALL	MODEL R <sup>2</sup>										MODEL R <sup>2</sup>	% CORRECT OVERALL
87	0.56	★									0.40	79
86	0.54			★							0.37	78
87	0.56			★		★					0.36	80
88	0.58			★			★				0.39	80
86	0.97		★		★						0.97	80
80	0.95								★	★	0.87	81
79	0.86						★			★	0.84	80
89	0.58			★		★			★		0.41	82
87	0.90		★					★	★		0.87	82
84	0.45					★	★		★		0.34	79

From table 1 it is clear that if the location of access for the earlier time period (T1) is known, the presence/absence of intact forest can be predicted with 87% accuracy for the later time period (T2) and 79% accuracy for the earlier time period. The model  $R^2$ s are also significant. Knowledge of the location of the nearest house/shelter at time period one provides very similar results. A breakdown of the overall prediction for the 1977-78 time period for these independent variables is given in tables 2 and 3.

The best model using categorical map data is based on the "proximity to access" class and the "proximity to house/shelter" class. These classes produced a model with an overall forested/deforested prediction of 80% for the 1954-65 time period and of 86% for the 1977-78 time period (table 1). A breakdown of this prediction for the later time period is given in table 4.



Table 4--Contingency table showing the number and percent of samples correctly/incorrectly predicted for T2 using the categorical independent variables "proximity to access" and "proximity to house/shelter" in T1.

ACTUAL	PREDICTED	
	FORESTED	DEFORESTED
	FORESTED	DEFORESTED
FORESTED	218 94.4%	77 18.9%
DEFORESTED	13 5.6%	331 81.1%

## Descriptive Statistics

A better understanding of the above models can be gained by examining selected descriptive statistics. The overall deforestation rate for the study region from 1954-65 (T1) to 1977-78 (T2) was 13.8%. As the 1954-65 time period is overly broad, it is difficult to arrive at a percent per year deforestation rate.

Further, for comparison of change during the study time periods only the discrete or categorical data were used. An examination of the "proximity to access" class (table 5) and the "proximity to house/shelter" class (table 6) reveals similar patterns. For both the most heavily deforested class between T1 and T2 is class 2. Class 1, the area closest to the cultural feature, had received the most deforestation pressure up to T1. It can be assumed that the most suitable land in class 1 had been cleared by the end of T1. Therefore, class 2 was subject to the highest deforestation rate between T1 and T2. The next highest rate of deforestation between T1 and T2 was in class 3 for both of the proximity classes. Beyond 2,000 meters there was a steep drop in the deforestation rate.

Table 5--Number of samples in each "proximity to access" class and the percent deforested for each class at T1, T2, and the time interval from T1 to T2.

PROXIMITY TO ACCESS CLASS-T1 (METERS)	NUMBER OF SAMPLES	% DEFORESTED T1	% DEFORESTED T2	% DEFORESTED T1 TO T2
1 (0-500)	210	75.3	92.9	17.6
2 (>500-1000)	105	60.0	82.9	22.9
3 (>1000-2000)	112	27.7	49.1	21.4
4 (>2000-5000)	142	2.8	4.9	2.1
5 (>5000)	70	0.0	0.0	0.0
TOTAL	639	40.1	53.8	13.8

Table 6--Number of samples in each "proximity to house/shelter" class and the percent deforested for each class at T1, T2, and the time interval from T1 to T2.

PROXIMITY TO HOUSE/SHELTER CLASS-T1 (METERS)	NUMBER OF SAMPLES	% DEFORESTED T1	% DEFORESTED T2	% DEFORESTED T1 TO T2
1 (0-500)	122	81.2	98.4	17.2
2 (>500-1000)	130	63.1	86.9	23.8
3 (>1000-2000)	151	42.4	63.6	21.2
4 (>2000-4000)	117	9.4	12.8	3.4
5 (>4000)	119	0.0	0.0	0.0
TOTAL	639	40.1	53.8	13.8

## GIS Analysis

The SAGIS software was used to produce overlay maps displaying the intersection of the most significant independent variables with the dependent variable. The result of this overlay process for the Pico Bonito base map of the study area is depicted in figures 1, 2, and 3. SAGIS can also provide descriptive statistics as earlier derived using SAS.

## Conclusions and Recommendations

The model comparison table (table 1) when used in conjunction with the contingency tables (tables 2, 3, and 4) depicts which natural and cultural variables give the best prediction of anthropogenic deforestation. The best models provided an 87% and 86% overall land cover prediction and an 85% and 84% deforestation prediction respectively for T2. One unexpected result of this analysis is that information on the "proximity to access" and "proximity to house/shelter" classes at T1 provided a better prediction of land cover at T2 than at T1. This can be explained by the influence of the huge corporate agriculture plantations in the Aguan Valley and on the coastal plain. This influence is more important in T1 than T2. By T2 the role of shifting cultivators and small agriculturalists was more important, hence "proximity to access" and "proximity to house/shelter" were more significant predictors of deforestation for T2 than T1.

This model produced an acceptable prediction using readily available data. As an extension of this study, it would be useful to test the prediction of the model using more recent and future data on the distribution of deforestation in the study area. Further, this methodology should be tested using a variety of settings to determine its ability to predict deforestation under a variety of conditions. Ideally it should make it unnecessary for the decision maker with access to limited data to expend the time and money to acquire more data since the addition of more data will do little to improve already acceptable results, as demonstrated by this study.



Figure 1--Forested/deforested in T2. Areas forested are in black. Areas deforested are in white.



Figure 2--Proximity to access in T1. Areas in black are within 2000 meters of nearest road, trail, or railroad line. Areas in white are more than 2000 meters from access.



Figure 3--Intersection of Figure 1 and 2. Shaded areas are both deforested in T2 and within 2000 meters of the nearest road, trail, or railroad line in T1.

## References

1. Direccion Ejecutiva del Catastro. Mapa ecologica del departamento de Atlantida and Mapa ecologica del Departamento de Yoro, 1:250,000. Departamento de Recursos Naturales., 1980.
2. Fleet, H. Geographic information systems and remote sensing activities in the national park service. In: Optiz, B.K. ed. Geographic information systems in government volume 2. Hampton, VA: A. Deepak Publishing Company; 1986: 635-643.
3. Harrelli, F.E., Jr. The logist procedure. In S.A.S. SUGI supplemental user's guide, 1983 edition. Cary, NC. SAS Institute, Inc., 1983: 181-202.
4. Lanly, J.P. Assessment of the forest resources of the tropics. Forestry Abstracts 44(6): 287-318.
5. Maggio, R.C.; Wunneburger, D.F. A microcomputer-based geographic system for natural resource managers. In conference proceedings, Geographic Information Systems Workshop; 1986 April 1-4; Atlanta, GA.: 269-300.
6. Miller, L.L. Unidades de mapeo para el mapa de suelos de Honduras a escala 1:1,000,000. Tegucigalpa. Direccion Ejecutiva del Catastro, Departamento de Recursos Naturales; 1982. 60p.
7. Nualchawee, K.; Miller, L.D.; Tom, C.; Christenson, J.; William, D. Spatial inventory modeling of shifting cultivation and forest land cover of northern Thailand with inputs from maps, airphotos and Landsat. Remote Sensing Center Technical Report 4177. Texas A&M University, College Station, TX; 1981. 344p.
8. Press, S.J.; Wilson, S. Choosing between logistic regression and discriminant analysis. Journal of the American Statistical Association 73(364): 1978. 699-705.
9. Sader, S.A.; Joyce, A.T. Relationship between forest clearing and biophysical factors in a tropical environment. Technical Commission I Subtheme 6.1.B. IX World Forestry Congress; 1985 July 1-12; Mexico City.
10. SAS Institute Inc. SAS user's guide: statistics, version 5 edition, Cary, NC, 1985: 21-38.



### Introduction

More than one billion people live in China, or about 40 times the population of Canada. Eighty percent of the Chinese people live in areas with a base of 110 million ha of farmland, leaving only 33 million ha of arable land unexploited. Deserts, steppes, bare hills, snow-covered mountains and ice fields cover 20% of the Chinese territory. Another one-eighth of the Chinese territory (approximately 120 million ha) suffers from soil erosion. For the last three decades, 0.16 million ha of land have been desertified each year. One-quarter of China's grasslands are deteriorated, and only 12% of China is forested.

China's urban population currently stand at about 200 million. By the year 2000, approximately 370 million people will be living in urban areas, and urbanization will have become one of the country's most serious problems. Statistics indicate that 0.5 million ha of farmland are urbanized each year, most of them being of high quality. In response to this situation, China is in the process of designing its first national program for land development. A draft program, discussed at a national meeting held by the State Planning Commission in September 1986, covers the use of natural resources, the overall distribution of productive enterprises, and the comprehensive regional development and management of land. To address the problem of land shortage, the draft document calls for higher efficiency in the use of land, adjustment of the land utilization pattern and controls on the use of land for construction purposes. The new Land Use Management Act, issued in June 1986, took effect January 1, 1987. Land use management is thus becoming centralized by combining a series of previously uncoordinated administrative, legislative and economic measures.

Eight areas in China are seriously affected by soil erosion. In 1982, the Fourth National Soil Conservation Conference assigned these areas high priority for soil erosion control measures. The objective is to find ways of solving the soil problem in these areas in 10 years. Under a new policy called the "Family Responsibility System", measures have already been introduced to control 1.12 million ha of eroded farmland. Soil conservation programs are aimed at achieving overall ecological and economic efficiency. In the worst afflicted soil erosion areas - the Loess Plateau, for example - a China-United Nations Joint Initiative was undertaken in 1980. On several experimental farms established under this program, the traditional practice of extensive cultivation is being replaced by intensive cultivation, using roughly half of the farmland cultivated previously. Yields are proving to be far higher than before, and trees, forage grass and fruit trees have been planted on the remaining farmland. This initiative has improved soil conservation, led to the establishment of various types of small sideline production, and increase average annual income to approximately 2.5 times its 1980 level. A successful experiment, it has provided a model for controlling soil erosion in much larger areas.

### Degradation

One of the most serious land-related problems in China is the degradation of soil quality. On the average, there is only about 1.5% of organic material in the soil. Moreover, 59% of farmlands in China are deficient in phosphorus and 23% are deficient in potassium. Some farmlands face additional problems of desertification and salinization. Farmers are using more chemical fertilizers than ever before, while the use of organic fertilizers is decreasing rapidly. Throughout the country, the planting area of green manure crops has decreased from 14 million ha in the 1970s to less than 7 million ha today, creating a potential crisis in land resource development.

1/ Paper presented at the Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics International Conference and Workshop (Chetumal, Mexico, January 25-31, 1987).

2/ Mr. Zhou, Ze-jiang, a geographer, is Research Manager, Nanjing Research Institute of Environmental Science. During the past year Mr. Zhou has been involved in the China-Canada Human Development Training Program. His address is: Nanjing P.O. Box 4202, People's Republic of China.

Under the Ecological Farming Program now extending steadily to all parts of the country, the government encourages scientists and leaders to help local farmers establish appropriate "benign cycling systems". This implies:

making full use of bioenergy and organic materials;

controlling the input of other kinds of energy and inorganic materials, such as chemical fertilizers, pesticides, and so on; and

setting up multi-purpose farms for cultivation, forestry, animal husbandry, secondary enterprises and fisheries, in such a way as to enable the wastes from one product to be used in the production processes for others.

Notable examples of successful benign cycling systems include Liumingying Ecological Village in Suburban Beijing, a model which integrates the environmental, social and economic effects of ecological farming.

There are now more than 200 ecological experimental farms in different parts of China, and with ecological farming and benign cycling systems proving to be practical and realistic in China, it is likely that the number of ecological farms will increase in the near future.

#### Reforestation

There are 121 forestry districts in China, half of which cut more trees than are produced, and 25 of which already face timber exhaustion. Between 1978 and 1981, forest cover of the country decreased by 5.5%. It is estimated that if this trend continues for another 10 years, no timber will remain in two-thirds of the 121 districts.

District agencies are responding in two ways: by strictly controlling cutting and setting rigid forest management rules, and by implementing reforestation planning on a nationwide basis. Also, since 1978, the policy of Family Responsibility Contract

System has been encourage farmers to plant and maintain trees, and the seedling survival rate is now higher than ever before. The "Three North (North, Northeast and Northwest China) Shelter-Forest Project" - the largest ecological project in the world - involves 466 counties covering about 40% of China's

territory. Between 1978 and 1986, 6 million ha of artificial wind defence and sand fixation forests were established, and 40% of these have already reached maturity. The project's second phase began in 1986 and will last for 10 years. The targets of this phase are:

to afforest 6.37 million ha of land in the "Three North" area, bringing the forest cover to 7.7%, nearly double its 1978 level;

to complete shelter belt projects involving 17.3 million ha of farmland;

to establish a number of regional shelter-forest systems along the border of two large deserts in the area; and

to stabilize one-third of the soil erosion area in the Loess Plateau.

#### Natural Reserves

Natural reserves are quite new in China. In 1978 there were only 22, covering 0.4% of the country. By the end of 1985 the number had risen to 360, covering more than 2% of the country. They include the world-renowned Panda Natural Reserve in Sichuan and Shaanxi Provinces and the Changbai Mountain Forest Natural Reserve in Northeast China. In the period of the "7th Five-Year National Planning" (1986-1990) dozens of new natural reserves are to be established in China.

There are a number of problems related to natural reserves in China. For one thing, China's natural reserves are poorly funded and understaffed compared to those in some advanced countries. Also, management problems can arise because more than one national or provincial agency is usually responsible for natural reserves. Finally, because of a rapid increase of tourism in

China, many of the natural reserves have been strongly disturbed. Chinese ecologists and environmentalists have appealed to the agencies responsible for increased funds and more staff, simplification of the management system, and closing of most of the natural reserves for a certain period so that they can be rehabilitated. They are also calling for the natural reserves which remain open to tourists to be rigorously managed.

According to the draft National Land Plan, lessons on basic knowledge of land resource management will be added to the elementary and high school textbooks, and universal education on the rational use of land resources will soon commence in China.

#### Summary

In summary, there is no easy way for the Chinese people to manage their land resource. Land resources play such an important role in supporting the population that China cannot afford to ignore even minor land use problems. It is said that the running muddy stream of the Yellow River is not water and soil, but the blood of the Chinese nation. Like other nations, China will have to pay more attention to improving land management, otherwise the costs will be high.

Abstract--This paper is a brief introduction of some aspects of land use in China. Soil erosion, land degradation, and deforestation and the countermeasures of resolving these problems are introduced. Natural reserves in China are also discussed.



Jorge Zavala Arceo 2/

Que importante es reconocer que existen fuerzas naturales que coexisten armónicamente en el Universo. Sin ellas, el desequilibrio ya hubiera hecho presa de casi todo lo que el hombre ha construido con esfuerzo y dedicación, a través de los siglos. Por ello Amigo, es imperioso hacer algo para evitar que se rompa ese equilibrio tan maravilloso del Universo.

Sería interesante saber, cuántos de los proyectos a este respecto son elaborados anualmente como una medida de qué tanta importancia se le brinda a este aspecto. Nunca había sido tan necesario que la gente común y corriente participe en la conservación de su medio y es que ahora ya es cuestión de preservar el medio ambiente o deteriorar permanentemente las condiciones de vida del hombre.

Veamos con gran satisfacción y empeño lo que a este respecto hacen nuestros gobiernos, para contribuir a preservar el activo fijo de la humanidad. Con esta óptica, debemos contemplar la posibilidad de organizarnos para defender el medio natural y con ello contribuir a un mejor desarrollo del sistema ecológico. Nuestras perspectivas nos hacen apreciar que de acuerdo al rumbo que lleva el Mundo actualmente, en no más de 10 años se verá grandemente deteriorado el ambiente ecológico, lo que hace pensar en ideas que conduzcan al restablecimiento de equilibrio de lo creado por Dios. Ya no es posible seguir deteriorando nuestro medio ambiente sin recibir la sutil protesta de la naturaleza a la manera de estragos en su corteza. Busquemos todos unidos las soluciones a estos problemas que nos atañen a todos y que son parte de nuestra herencia recibida de Dios.

Veamos con realismo, cuáles son nuestras posibilidades de mejorar nuestro habitat, para ponder entregar a las generaciones venideras, un mundo lleno de recursos de todo tipo y no una aridez y pobreza. Todos tenemos un papel que jugar en esta lucha y por ello la tarea debe facilitarse si en

verdad participamos todos en ella. La naturaleza ha sido prodiga suministrando al hombre la abundancia para el cual lo creó Dios y por ello debemos conservar este patrimonio histórico de la humanidad.

Cuánto recurso desperdiciado ha llevado el desarrollo que el hombre lleva a cabo en todas las latitudes. Por ello, debemos planear el crecimiento en la explotación de los recursos naturales en todo el orbe. Con esta óptica sigamos avanzando por la vida reponiendo lo que vayamos utilizando.

Siendo todos ustedes un grupo de intelectuales, es motivo de satisfacción dirigirles la palabra pues me estoy dirigiendo a un grupo de personas que aman profundamente la naturaleza. Exhortemos a nuestros hijos a coadyuvar para el logro de este propósito, quienes en última instancia serán los que gocen o sufran el deterioro ecológico. Ya es tiempo de administrar la abundancia que hemos recibido, para lo cual es necesario contar con el recurso humano necesario, tan indispensable en todo proyecto que inicia.

Veamos pues con realismo, cuáles son nuestras posibilidades y entreguemos lo mejor de nosotros mismos a esta tarea de preservar lo que existe para así coadyuvar a la construcción de un mundo mejor. Lo que quiere decir esto es que o luchamos por preservar o viviremos lamentando el no haberlo hecho.

Ya no es posible talar los bosques sin regenerarlos, explotar los mares sin revitalizar su riqueza en flora y fauna, destruir el equilibrio ecológico sin sufrir la pérdida en las condiciones de vida.

Por ello mantengamos una actitud positiva, ante los embates del hombre y armados de valor iniciemos una tenaz lucha para persuadir y crear conciencia de este hecho. Brindemos a nuestros semejantes lo mejor de nosotros mismos y en respuesta obtendremos la satisfacción de haber cumplido con el propósito para el cual fuimos creados, sin

1/ Trabajo presentado en la Conferencia Internacional y Reunion de Trabajo sobre Evaluación de Tierras y Recursos para la Planeación Nacional en las Zonas Tropicales. Chetumal, México 25-31 Enero 1987.

2/ Edificio 7 de Dic. Calle 22 de Enero, Chetumal, Q. Roo. México.

esta satisfaccion, la alegría de vivir desaparece para dar paso a la angustia, la desesperación y el aburrimiento.

Vamos en cada uno de nosotros, un pilar para el desarrollo del hombre ya que solamente así podremos transformar la acción destructiva del hombre en una acción constructiva que propicie la rehabilitación de nuestros recursos naturales. Ya estamos en la ruta de iniciar el proceso renovador de los recursos naturales y con ello reafirmar nuestro deseo de vivir conforme a nuestro propio sistema de valores y de canalizar nuestra energía hacia tareas de gran importancia para la vida. Aprendamos a renovar nuestro deseo de progreso, por el bien mismo de las futuras generaciones pues solamente así podremos entregar un mundo mejor.

# REGISTRANTS, PARTICIPANTS, AND CONTRIBUTING AUTHORS

	NAME	ORGANIZATION	ADDRESS-1	ADDRESS-2	CITY, STATE	COUNTRY
1	ABD EL-NOUR, HASSAN OSMAN	COLL. AGRICULT. STUD.	KHARTOUM POLYTECHNIC	P.O. BOX 6146 (TAKAMAL)	KHARTOUM	SUDAN
2	ACEVEDO-MONDRAGON, ALBERTO	PRO-FOREST.EDO Q.ROO	KM 3.5 CARRETERA	CHETUMAL-ESCARCEGA	CD. CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
3	AGUILAR-RIVERA, JUAN S.	SARH	CARRANZA NO. 808	ESQUINA DIAZ MIRON	COATZACOALCOS, VER.	MEXICO
4	AGUIRRE-BRAVO, CLICERIO	SARH	ORIZABA #50	-	VERACRUZ, XALAPA	MEXICO
5	ALBRECHT-A., HARALD	ACUERD MEX.-ALEMANIA	EFRAIN AGUILAR # 404	77030	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
6	ALEGRIA, JAMES	C/O DR. STEVE DAUS	NIAMEY (ID)	U.S. DEPT. OF STATE	WASHINGTON, DC 20520	USA
7	ALONSO-MARIN, ALVARO	IND. MADERAS DE Q.ROO	CARRET. CHETUMAL-CALDERITAS	KM. 2.5	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
8	AMRHEIN, PAUL J.	FRANCISCAN PRIARS	ST. BONAVENTURE PRIARY	284 FOSTER STREET	BRIGHTON, MA 02135	USA
9	ANTENUCCI, JOHN C.	PLANIGRAPHICS INC.	521 ST. CLAIR ST.	-	FRANKFORT, KY 40601	USA
10	AQUINO-MENDEZ, MAXIMO	SEC. ESTADO DE AGRI	CENTRO DE LOS HEROES	-	FERIA, SANTO DOMINGO	DOMINICAN REPUBLIC
11	ARIAS-R., LUIS	CENTRO BOTANICA	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	56230 CHAPINGO	MEXICO	MEXICO
12	ARQUELLES-SUAREZ, L. ALFONSO	-	CAMPO EXP. FORESTAL "SAN FELIPE BA"	APARTADO POSTAL 182	77000 CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
13	ARTEAGA-RIVERA, FRANCISCO	IPESA CONSULTORES SCI	PROLONG. ALDAMA NO. 188	MANZANA 5 CASA 44,	16010 MEXICO, D.P.	MEXICO
14	AYALA-CASTELLANOS, JOEL	-	-	-	-	MEXICO
15	AZAR-GARCIA, JOAQUIN H.	SEC. AGRICULTURA/AID	CENTRO DE LOS HEROES, SEC. AGR.	-	SANTO DOMINGO	DOMINICAN REPUBLIC
16	BAIN, GEOFFREY	USDI BLM	1320 14TH STREET	-	EUREKA, CA 95501	USA
17	BARBOSA-LOPEZ, VERONICA COLUMBA	INIFAP-SEC. FORESTAL	PROGRESO NO. 5	C.P. QUILD, CO. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
18	BARRAGAN-CARRASCO, JOSE LUIS	SER.TEC. FORESTAL	5 DE MAYO POR MINA S/NO.	A.P. 227	MEXICO, D.F.	MEXICO
19	BARRASA-CADENAS, JOSE TRINIDAD	INIFAP-CEF	CARRET. HUIMANGUILLO CARDENAS	KM. 2	HUIMANGUILLO, TAB.	MEXICO
20	BARROSO, FRANCISCO A.	PALM. PETRO. VENEZUE	CARRET. MORON-CORO	CENTRO COMERCIAL PEQUIVEN	MORON PTO. CABELLO	VENEZUELA
21	BASA, V.F.	-	#14 NORTH ZAMORA	FRISCO, QUEZON CITY	METRO MANILA	PHILIPPINES
22	BASAK, P.	FAC. AGRIC. ENGINEER.	TRICHUR 680 651	-	KERALA	INDIA
23	BELLO-HERNANDEZ, LUIS RAFAEL	-	CARRET. MORON CORO	C.P. 2045	MORON	VENEZUELA
24	BELRHITI, MOHAMMED	-	MINISTRY OF ENERGY AND MINES	-	RABAT	MOROCCO
25	BERTONI-VEGA, RAUL	DIST. ESCARCEGA	AV. LA CONCORDIA #43-A	-	ESCARCEGA, CAMP.	MEXICO
26	BETANZOS-CRUZ, FILIBERTO	BANCO DE MEXICO FIRA	ALVARO OREGON NO. 479	CAMPESTRE. C.P. 77000	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
27	BIRDSEY, RICHARD A.	USDA FOREST SERVICE	SOTHERN FOREST EXP. STATION	P.O. BOX 906	STARKVILLE, MS 39759	USA
28	BLACKWELL, JOHN L.	-	WORLD FORESTRY CENTER	4033 SOUTHWEST CANYON ROAD	PORTLAND, OR 97221	USA
29	BONILLA-BEAS, REYES	SANIDAD FORESTAL	GUILLERMO PEREZ VALENZUELA #127	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
30	BONNOR, G. MICHAEL	CANADIAN FORESTRY SV	506 W. BURNSIDE RD.	-	VICTORIA, BRITISH COLUMBIA	CANADA
31	BOOTH, TREVOR H.	CISRO.DIV.WATER/LAND	GPO BOX 1666	CANBERRA CITY ACT.	2601	AUSTRALIA
32	BOSTROM, KURT	FAO PRO.GCP/RAS/106	REGIONAL OFFICE ASIA & PACIFIC	MALIWAN MANSION, PHRA ATIT ROAD	BANGKOK, 10200	THAILAND
33	BOTELLO-ESPINOSA, ANTONIO	BANCO DE MEXICO FIRA	AV. HECTOR PEREZ MTZ.X 31 ALTOS	C.P. 3450	ESCARCEGA, CAMP.	MEXICO
34	BRASS, JAMES	NASA	JAMES RESEARCH CENTER	BUILDING N 242-4	MOFFETT FIELD, CA 94035	USA
35	BUCK, MICHAEL GORDON	HAWAII DIV.FORESTRY	1151 PUNCHBOWL STREET	-	HONOLULU, HI 96813	USA
36	CABALLERO-DELOYA, MIGUEL	INIFAP	INSURGENTES SUR 694	-	MEXICO, D.F.	MEXICO
37	CANDELARIO-RODRIGUEZ, DAVID J.	PETROLEOS MEXICANOS	BLVD. MANUEL A. CAMACHO	-	COATZACOALCOS, VER.	MEXICO
38	CANDELARIO-RODRIGUEZ, MARIO M.	PETROLEOS MEXICANOS	PASEO DE LA SIERRA 601-A	COL. LO. DE MAYO	VILLAHERMOSA, TAB.	MEXICO



NAME	ORGANIZATION	ADDRESS-1	ADDRESS-2	CITY, STATE	COUNTRY
39	CANET-BRENES, GILBERT	DIR. GRAL. FOREST. MAG	APDO. 10094-1000	SAN JOSE	COSTA RICA
40	CANNON, STEVE Q.	USDA FOREST SERVICE	13944 IRISHTOWN RD.	PINE GROVE, CA 95665	USA
41	CANTO-QUIJANO, JOSE MA.	-	ALVARO OBREGON 256	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
42	CARDENA-RODRIGUEZ, JESUS B.	-	-	-	MEXICO
43	CARREON-MUNDO, MARCELO	ORG. EJIDOS PROD.	AV. LAZARO CARDENAS S/N APDO	POSTAL #182, 77200 FELIPE C. PUE	MEXICO
44	CATANEDA, FROYLAN	UNIV. HONDURAS	CURLA	P.P. BOX 89	HONDURAS
45	CASTILLO-ESPADAS, JULIO RAFAEL	CENTRO DE INVEST.	YAXCHILAN 65 APDO. POSTAL #886	77500	MEXICO
46	CASTILLO-GONZALEZ, MARCELA E.	SARH	AV. AVILA CAMACHO #196	C.P. 91500	MEXICO
47	CASTRO-ROBLES, ARTURO	UNIDAD FORESTAL	AV. 5 DE MAYO NO. 1	-	MEXICO
48	CATTS, GLENN P.	USDA FOREST SERVICE	ROCKY MTN. POR. & RANGE EXPT. STN.	240 W. PROSPECT ST.	USA
49	CEBALLOS-MARTINEZ, MARIANO	CENTRO DE INV.	AV. YAXCHILAN-UXMAL	C.P. 77500	MEXICO
50	CEDEMO-SANCHEZ, OSCAR	SARH	PROGRESO NO. 5	DELEGACION COYOACAN	MEXICO
51	CENTENO-ERGUERA, LIBRADO ROBERTO	INIPAP	C.E.P. ING. EDUARDO SANGRI SERRANO	A.P. NO. 1, C.P. 24350	MEXICO
52	CERVANTES, LUIS M.	-	-	-	MEXICO
53	CHAO, SHI-LING	DEPT. OF FORESTRY	COLLEGE OF AGRICULTURE	NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY	TAIPEI, TAIWAN 107
54	CHAVELAS-POLITO, JAVIER	INIFAP	KM. 50 CARRET. CHETUMAL-MERIDA	A.P. #182	MEXICO
55	CISNEROS-SOLANO, VICTOR MANUEL	U.A.CH. CENTRO REG.	CARRET. HUATUSCO-XALAPA KM. 6.5	C.P. 94100	MEXICO
56	CONTRERAS-GUARDADO, JOSE ANGEL	INIPAP	APDO. POSTAL NO. 182	-	MEXICO
57	CORTEZ-NAVARRO, ELISEO	COL. POSTGRADUADOS	CASTANO 304	COL. PRACC. LOS REYES	MEXICO
58	COUTINO-COUTINO, ROBERTO	SARH	QUEVEDO LEON 210	HIPODROMO CONDESA	MEXICO
59	CRAIG, MICK	BELIZE AUDUBON SOC.	23 NARGUSTA 08-2607	-	BELICE
60	CROVEN, JAMES M.	PAN AMER. DEV. POUND.	P.O. BOX 187	-	BELICE
61	CUANALO DE LA CERDA, JORGE	UNIDAD FORESTAL	AV. CINCO DE MAYO #1	SAN RAFAEL EDO DE MEXICO	MEXICO
62	CUNIA, TIBERUIS	SUNY, COLL. FORESTRY	107 BRITAIN RD.	-	USA
63	CURIEL-ALCARAZ, GONZALO M.	UNIDAD ADMON. FOREST	CALLE 10 DE ABRIL S/NUM., COL. TUITO	EMPIO. DE CABO CORRIENTES	MEXICO
64	CZAPLEWSKI, RAYMOND L.	USDA FOREST SERVICE	2012 HUNTINGTON CR.	-	USA
65	DAUS, STEVEN J.	NAIMEY (ID)	U.S. DEPARTMENT OF STATE	-	USA
66	DAVALOS-MEJIA, GUILLERMO	-	CALLE 11 # 394 RESIDENCIAL	PENSIONES. C.P. 97000	MEXICO
67	DE ALBA-BECERRA, RAMIRO	INIFAP	KM. 25 CARRET. CHETUMAL-BACALAR	C.P. 77000	MEXICO
68	DE LOS SANTOS-VALDEZ, MANUEL	SARH	LOPE DE VEGA NO. 125	3ER PISO CO. POLANCO	MEXICO
69	DE TERESA Y P., FELIPE	WILD DE MEXICO SA	PORFIRIO DIAZ NO. 35	COL. NOCHEBUENA	MEXICO
70	DIAZ-CALERO, JUAN MANUEL	DES. RURAL COMMISS.	AV. RUIZ CORTINEZ 3313	COL. SIN. JERONIMO M. CONTRERAS	MEXICO
71	DIAZ-CHIAS, SERGIO	SARH	CALLE NVO. LEON NO. 210	HIPODROMO CONDESA	MEXICO
72	DIMAS-HERNANDEZ, RAMON	DIST. DES. RURAL	AV. JUSTO SIERRA MENDEZ S/NUM.	-	MEXICO
73	DONOVAN, RICHARD Z.	ASSOC. RURAL DEVELOP	110 MAIN STREET, FOURTH FLOOR	P.O. BOX 1397	USA
74	DOS SANTOS-BENTO, J.	INST. UNIV. DE	TAS-OS-MONTES E ALTO	COURO	PORTUGAL
75	DRISCOLL, RICHARD S.	PAO	2217 SHEPHERD RD.	-	USA
76	DULIN, PAUL A.	ASSOC. RURAL DEVELOP	110 MAIN STREET, 4TH FLOOR	-	USA
77	DULLER, CHARLES E.	NASA	1343 OLYMPIC DR.	-	USA
78	ENRIQUEZ-POY, CELSO	SUBSEC. DE ECOLOGIA	RIO ELBA 20, 8 PISO COL. CUAUTEMOC	C.P. 06600	MEXICO
79	ESCOTO-PRADO, JUAN CARLOS	INIPAP-SARH	AP. # 182	-	MEXICO
80	ESPINOSA-BANDA, ANTONIO	INIPAP-CEP	KM. 291 CARRET. VILLAHERMOSA	A.P. NO. 1, C.P. 24350	MEXICO
81	FILIUS, A.M.	AGRIC. UNIV. DEP. PORES	MARSHALL STRAAT 54	-	THE NETHERLANDS
82	PLATHER, CURTIS H.	USDA FOREST SERVICE	ROCKY MTN. POR. & RANGE EXPT. STN	240 W. PROSPECT ST.	USA
83	PIEBBE, PATRICIA A.	USDA FOREST SERVICE	ROCKY MTN. POR. & RANGE EXPT. STN.	240 W. PROSPECT ST.	USA
84	FOX, RICHARD	TREES POR LIPE	30 CHINLE PLACE	-	USA
85	FRAYER, WARREN E.	MICH. TECH. UNIVERSITY	302 PRONT STREET	-	USA
86	GALLETTI, HUGO ALFREDO	ACUERDO MEX-ALEMANIA	CIRCUITO CAMPESTRE NO. 16	-	MEXICO
87	GARCIA-CARREON, ROBERTO	MEX. PRINTING SUPPLY	CALZADA TLALPAM #393	03400	MEXICO
88	GARCIA-LANZ, JORGE LUIS	SEC. DES. GOB DE EDO	AV. FRANCISCO JAVIER MINA 139 ALTOS	-	MEXICO

	NAME	ORGANIZATION	ADDRESS-1	ADDRESS-2	CITY, STATE	COUNTRY
89	GARCIA-MAYORAL, PEDRO	DIR. GEN. NORM. FOREST	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
90	GOMEZ-DOMINGUEZ, ARQUIMEDEZ	SARH-INIFAP-CIPTROH	CARET. CAMPECHE-POXYAXUM KM. 19		CHINA, CAMP.	MEXICO
91	GONZALEZ-CABAN, ARMANDO	USDA FOREST SERVICE	PSW, FOREST PIRE LABORATORY	4955 CANYON CREST DRIVE	RIVERSIDE, CA 92507	USA
92	GONZALEZ-VICENTE, CARLOS ENRIQUE	INIFAP-SARH	INSURGENTES SUR NO. 694, 9 PISO	DEL VALLE CUAUTEMOC	MEXICO, D.F.	MEXICO
93	GRAINGER, ALAN	RESOURCES FOR FUTURE	1616 P ST. NW.		WASHINGTON, DC 20036	USA
94	GRYCZAN, EDWARD J.	USPS (RETIRED)	1423 VIVIAN WAY		LAKEWOOD, CO 80228	USA
95	GUADARRAMA-MONTOYA, ROGELIO	SARH PROG. FORESTAL	ADOLFO LOPEZ MATEOS S/NUM.		BOSQUES DECAMPECHE, CAMP.	MEXICO
96	GUERO, MAMANE	C/O DR. STEVE DAUS	NAIMEY (1D)		WASHINGTON, DC 20520	USA
97	HACHE-ULLOA, ZAMIRA A.	SEC. AGRI. AID	ARUBA 110		SANTO DOMINGO	DOMINICAN REPUBLIC
98	HAHN, JEROLD T.	USDA FOREST SERVICE	1271 RAYMOND AVE.		ST. PAUL, MN 55108	USA
99	HAN-TRUJILLO, JORGE	INIFAP	AV. PROGRESO NO. 5	COYOACAN	0411D MEXICO, D.F.	MEXICO
100	HAMILTON, THOMAS E.	USDA FOREST SERVICE	1912 BRAMBLE PLACE		ANNADALE, VA 22003	USA
101	HERMANS, JOHN G.	C/O DR. STEVE DAUS	NAIMEY (1D)		WASHINGTON, DC 20520	USA
102	HEREDIA-PEREZ, ENRIQUE	UNIDAD FORESTAL	AV. 5 DE MAYO NO. 1	COL. SN. RAFAEL	EDO. DE MEXICO	MEXICO
103	HERNANDEZ-HERNANDEZ, CARLOS					MEXICO
104	HERNANDEZ-ORIHUELA, E. ARMIDA	DIR. GRA. DE NORM.	PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN, C.P. D4110	MEXICO, D.P.	MEXICO
105	HERNANDEZ-X., EFRAIN	CENTRO BOTANICA	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	56230 CHAPINGO	MEXICO	MEXICO
106	HERRERA-HERRERA, BERNARD	UNIV. AUT. CHAPINGO	UACH. DIVISION CIENCIAS FTALES.	C.P. 56230	CHAPINGO, MEXICO, D.P.	MEXICO
107	HERRON, JOHN A.	PEACE CORPS-BELIZE	Box 161		ORANGE TOWN WALK	BELICE
108	HOKSTRA, THOMAS W.	USADA FOREST SERVICE	NORTH CENTRAL FOREST EXP. STN	1992 POLWELL AVENUE	ST. PAUL, MN 55108	USA
109	HOPFER, ROGER M.	FORESTRY DEPT.	FORESTRY BUILDING	PURDUE UNIVERSITY	WEST LAFAYETTE, IN 47097	USA
110	HOPKINS, DONALD R.		5139 KLAHANIE CT. NW.		OLYMPIA, WA 98502	USA
111	IZAGUIRRE-RANGEL, CANDELARIO	INIFAP	CALLE 55 NO. 18 CENTRO		CAMPECHE, CAMP.	MEXICO
112	JANKA, HELMUT	ACUEDO MEX-ALEMANIA	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.P.	MEXICO
113	JELVEZ-CAAMANO, ARNALDO	COL. POSTGRADUADOS	MONTECILLLOS	CHAPINGO	EDO. DE MEXICO	MEXICO
114	JOHANSEN, CHRIS J.	FORESTRY DEPT.	FORESTRY BUILDING	PURDUE UNIVERSITY	WEST LAFAYETTE, IN 47097	USA
115	JOHNSON, FREDERIC D.	UNIV. OF IDAHO	COLL. FORESTRY, WILD., RANGE SCIENC		MOSCOW, ID 83843	USA
116	JOYCE, LINDA A.	USDA FOREST SERVICE	HOCKY MTN FOREST & RANGE EXP. STN	1240 W. PROSPECT ST.	FT. COLLINS, CO 80526	USA
117	JUAJER-BALDELMAR, CARLOS	INIFAP	JAP. # 182		CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
118	JUAJER-GUTIERREZ, VICTOR MANUEL	SARH	AV. LOPEZ MATEOS S/NUM.	ESQ. CON CHACA. COL. BOSQUES	CAMPECHE, CAMP.	MEXICO
119	JURGENSEN, MARTIN	MICH. TECH. UNIVER.	107 CALUMET AVE		HOUGHTON, MI 49931	USA
120	KAISER, H. FRED	USDA FOREST SERVICE	19814 COMMONWEALTH		FAIRFAX, VA 22032	USA
121	KEYES, MICHAEL ROBERT	COL. POSTGRADUADOS	MONTECILLLOS, CONOCIDO	56230 CHAPINGO	EDO. DE MEXICO	MEXICO
122	KINNI, AMOUL	FIUP PROJECT	C/O DR. STEVEN J. DAUS	NAIMEY (1D), DEPT. OF STATE	WASHINGTON, DC 20520	USA
123	KIRNISE, ROBERT D.	FAO OF UNITED NATION	C/O INVESTMENT CENTER, DDC	VIA DELLE TERME DI CARACALLA	OD100 ROME	ITALY
124	KNUDSON, DOUGLAS M.	INST. SUPER. AGRIC.	JAP 166 ISA		SANTIAGO	DOMINICAN REPUBLIC
125	KUCHELMETSTER, GUIDO	ACUERDO MEX-ALEMANIA	CIRCUITO CAMPESTRE 16	C.P. 77030	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
126	LABAU, VERNON JIM	USDA FOREST SERVICE	PNW STATION, FSL	1201 E. 9TH ST., SUITE 303	ANCHORAGE, AK 99501	USA
127	LAHAUSOIS, J.C.	FAO FOREST IND. DIV.	VIA DELLE TERME DI CARACALLA		00100 ROME	ITALY
128	LARIOS-ROMERO, JUAN	CENTRO REG. UNIV.	UNIV. AUTONOMA DE CHAPINGO	SUB. DIR. DE CENTRO REGIONAL	CHAPINGO, EDO. DE MEXICO	MEXICO
129	LEDEZMA-HERNANDEZ, HECTOR RENE	SEC. DE AGRICULTURA	CENTRO DE LOS HEROES	LA FERIA	STO. DOMINGO	DOMINICAN REPUBLIC
130	LEVI-T., SAMUEL	CENTRO BOTANICA	COLEGIO DE POSTGRADUADOS	56230 CHAPINGO	MEXICO	MEXICO
131	LOBO-LUZURIAGA, JORGE	BOSQUES DE CANCUN	CALLE GAVIOTAS NO. 6	COL. ZONA HOTELERA, A.P. 272	CANCUN, Q. ROO	MEXICO
132	LOZANO-FIGUEROA, GERARDO	CONIF	APDO. AEREO NO. D91656		BOGOTA	COLUMBIA
133	LOZANO-GARCIA, DIEGO FABIAN	PURDUE UNIVERSITY	FOREST DEPARTMENT	PURDUE UNIVERSITY	WEST LAFAYETTE, IN 47097	USA
134	LUCKE, OSCAR		CATIE		TURRIALBA	COSTA RICA
135	LUDEKE, AARON KIM	TEXAS A&M UNIVERSITY	FRANCIS HALL	TEXAS A&M UNIVERSITY	COLLEGE STATION, TX 77843-	USA
136	LUGO-E., ARIEL		USDA FOREST SERVICE, INST. TROP. FOR	P.O. BOX 25000	RIO PIEDRAS, PR 00928-2500	USA
137	LUND, H. GYDE		USDA FOREST SERVICE, TM	P.O. BOX 9609D	WASHINGTON, DC 20090-6090	USA
138	LYON, JONATHAN	COM. BABOON SANT-WWP	1400 HUBBELL PLACE 508		SEATTLE, WA 98101	USA

	NAME	ORGANIZATION	ADDRESS-I	ADDRESS-2	CITY, STATE	COUNTRY
139	MAASS-M., MANUEL	-	DEPT. DE ECOLOGIA, UNAM	A.P. 70233, C.P. 04510	MEXICO, D.F.	MEXICO
140	MACARIO-MANDEZA, PEDRO ANTONIO	INST. TECH. DE CHET.	AV. INSURGENTES C/ANDRES Q. ROO	DELEG. OTHON. P. BLANCO	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
141	MANZANILLA, HUGO	INIPAP	PARQUE DE LOS DOLONOS S/NUM.	A.P. 6-558, ZAPOCAN	GUADALAJARA, JAL.	MEXICO
142	MARIN-CHAVEZ, JUANA	INIPAP	A.P. 600	C.P. 24000	CAMPECHE, CAMP.	MEXICO
143	MARNOLEJO-M., MIGUEL ANGEL	CENTRO DE INVEST.	AV. YAXCHILAN-UXMAL 65	-	CANCUN, Q. ROO	MEXICO
144	MARTINEZ-LOPEZ, ENRIQUE E.	SPP	REFORMA 350 CO. JUAREZ	-	MEXICO, D.F.	MEXICO
145	MARTINEZ-MENES, MARIO	SEC. TECH.	INSURGENTES SUR 476 11 PISO	-	06760 MEXICO, D.F.	MEXICO
146	MARTINEZ-RAMOS, MIGUEL	-	-	-	-	MEXICO
147	MARZUCA-MEDINA, JUAN MANUEL	MADER. INDUSTRIAL SA	AV. DE LOS HEROES NO. 135	-	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
148	MASTACHE-MONDRAGON, AARON	SARH	PROGRESO NO. 5	DELEG. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
149	MCCORMICK, J. FRANK	UNIV. TENNESSEE	221 AILSIE DR.	-	KNOXVILLE, TN 37996	USA
150	MCMAIL, REX R.	BAUSCH & LOMB	1702 STONE ROAD	-	ROCHESTER, NY	USA
151	MCWILLIAMS, WILLIAM H.	-	USDA FOREST SERVICE, SO	BOX 906	STARKVILLE, MS 39759	USA
152	MEDINA-BERMUDEZ, RUBEN	DIR. GRAL. NORM. FOREST	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
153	MEJIA-PERNANDEZ, LAZARO	DIR. GRAL. NORM. FOREST	PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
154	MELLENDEZ-T., RAMON	MADER. INDUSTRIAL SA	CALLE INDUSTRIAS S/NUM.	OTHON P. BLANCO	SUB'TENIENTE LOPEZ, Q. ROO	MEXICO
155	MGENI, AARON S.M.	DEPT. FOREST MANAGE.	ISOKINE UNIVER. OF AGRICULTURE	P.O. BOX 3009	MOROGORO	TANZANIA
156	MILLAN-PEREZ, FELIPE	INIPAP	AV. PROGRESO NO. 5	VIVEROS DE COYOACAN, C.P. 04000	MEXICO, D.F.	MEXICO
157	MINNICK, GREGORY	C/O DR. STEVE DAUS	NIAMEY (ID)	U.S. DEPT. OF STATE	WASHINGTON, DC 20520	USA
158	MIRAVETE-MIRANDA, RAUL H.	INST. TECH. AGROPECUA	CARRET. ESCARCEGA, KM. 22.5	EXIDO JUAN SARABIA	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
159	MIZE, CARL W.	IOWA STATE UNIV.	516 N. DAKOTA ST.	#3	AMES, IA 50011-1021	USA
160	MOTA-VILLANUEVA, JOSE LUIS B.	DIR. GRAL. POL. DESARR.	LOPE DE VEGA 125 3ER PISO	CHAPULTEPEC, MORALES	MEXICO, D.F.	MEXICO
161	MURO-GARCIA, BRAULIO	SARH, DIR. GRAL. NORM.	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	-	INDIA
162	MURTHY, J. RAMANA	DEPT. SOIL SCIENCE	G.B. PANT UNIV. AGRICULTURE & TECH.	PANTNAGAR 263145 DISTT. NAINITAL	-	MEXICO
163	NAVA-PADILLA, RAYMUNDO	INIPAP	KM. 25 CARRT. CHETUMAL-BACALAR	A.P. 250, C.P. 77000	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
164	NEGREROS-CASTILLO, PATRICIA	INIPAP	A.P. # 182	C.P. 77000	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
165	O'KEEFE, TIMOTHY	CAL POLY NRM DEPT.	11349 B. LOS OSOS VE. RD.	-	SAN LUIS OBISPO, CA 93401	USA
166	OCIOA-CEBALLOS, DANIEL	UNIDAD FORESTAL	10 MARZO #69	SN. CRISTOBAL DE LAS CASAS	CHIAPAS	MEXICO
167	OGAZ-ITUARTE, BALTAZAR	INIPAP	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
168	OGUNTALA, AKINWUMI B.	SCHOOL OF FORESTRY	FOREST RES. INST. OP NIGERIA	PRIVATE MAIL BAG 5054	IBADAN	NIGERIA
169	OLAYO-GONZALEZ, MIGUEL ANGEL	DIR. GRAL. NORM. FTAL	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
170	OROZCO-ROMERO, JOSE	INIPAP	KM. 10, CARR. TECOMAN-COLIMA	CHAPULTEPEC, MORALES	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
171	ORTEGA-CATTANEO, HUMBERTO	SARH DIR. GRAL. DES FT	LOPE DE VEGA NO. 135	-	CHIAPAS	MEXICO
172	ORTIZ-LEON, HECTOR J.	INST. TECH. CHETUMAL	AV. INSURGENTES C/ANDRES Q. ROO	-	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
173	PADILLA-GARCIA, HIGINIO	SARH	GARDENA NO. 131	TUXTLA GUTIERREZ	CHIAPAS	MEXICO
174	PAIVINEN, RISTO	UNIV. JOENSUU	PL 111	-	80101 JOENSUU	FINLAND
175	PALMA-GUTIERREZ, JESUS	CENTRO DE INVEST.	AV. YAXCHILAN/UXMAL A. POSTAL #886	77500	CANCUN, Q. ROO	MEXICO
176	PARRAGUIRE-LEZAMA, CONRADO	INIPAP	CALLE 32 NO. 104	ENTRE AV. 5 Y 7	BACALAR, Q. ROO	MEXICO
177	PASCHALIS, JAKUBOWICZ PIOTR	WAR. AGRI. UNIV. FORES	WARSAW OKREZNA 54A	-	VARSOVIA	POLAND
178	PATINO-VALERA, FERNANDO	INIPAP	A.P. 600	-	CAMPECHE, CAMP.	MEXICO
179	PERALTA-PORRAS, ELISEO	DEL-ESTATAL SARH-YUC	CALLE 29 "A" NO. 209	ALEMAN 97145	MERIDA, YUC.	MEXICO
180	PEREZ, NOE	-	ESCUELA NAC. DE CIENCIAS FORESTALES	-	SIGUANTEPEQUE	HONDURAS
181	PHILIP, MICHAEL STUART	UNIV. ABERDEEN	HILLVIEW RD. 45	-	AG1 9HA ABERDEEN	SCOTLAND
182	PIEDRA-OLMEDO, RAYMUNDO	SARH PROG. FORESTAL	ADOLFO LOPEZ MATEOS	C.P. 2400	COL. BOSQUE DE CAMPECHE	MEXICO
183	PINEDA-RODRIGUEZ, ALEJANDRO	DIR. GRAL. NORM. FOREST	CORRIDORA NO. 7	TENANGO DEL AIRE	EDO. DE MEXICO	MEXICO
184	PRASAD, NARASIMHA N.B.	-	CTR FOR WATER RES. DEVEL. MGMT	KUNNMANGALAM (PO)	KOZHIKODE 673 571	INDIA
185	PRETO, GIOVANNI	IST. SPERI. SELVICULTU	D. BURCHIELLO #75, FIRENZE 50123	VIA DELLE CASCINE 1	50144	ITALY
186	PRICE, COLIN	DEPT. FORESTRY	UNIVER. COLL. OF NORTH WALES	BANGOR, GWYNEDD LL57 2UW	-	GREAT BRITAIN
187	RAMIREZ-ROMERO, RICARDO A.	ROSSBACH A MEXICO	SANCHEZ AZCONA 524	DELG. BENITO JUAREZ	MEXICO, D.F.	MEXICO
188	RAMIREZ-SILVA, JORGE H.	INIPAP (SARH)	KM. 25 CARRT. CHETUMAL-BACALAR	A.P. 250, C.P. 77000	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
189	RAMON-URQUIJO, CIRIO	SARH	VENUSTIANO CARRANZA 808 CENTRO	-	COATZACOALCOS, VER.	MEXICO
190	REID, LESLIE M.	TEXAS A&M UNIVERSITY	DEPT. RECREATION & PARKS	-	COLLEGE STATION, TX 77843-	USA



NAME	ORGANIZATION	ADDRESS-I	ADDRESS-2	CITY, STATE	COUNTRY
191 RICO-LOWELL, ANTONIO	COM. AGROINDUS-BOSQ	QUETZAL NO. 1, ZONA HOTELERA	C.P. 77500	CANCUN, Q. ROO	MEXICO
192 RIVERA-LEYVA, REFUGIO R.	SPP-GOB-EDU-YUC-SARH	CALLE 35 Y AV. REFORMA	C.P. 97000	MERIDA, YUC.	MEXICO
193 RODRIGUEZ, GERARDO	UNIV. HONOURAS	CURLA	P.O. BOX 89	LE CEIBA, ATLANTIDA	HONDURAS
194 RODRIGUEZ-PEREZ, RAUL	SARH DIST 175	VENUSTIANO CARRANZA 808 CENTRO	-	COATZACOALCOS, VER.	MEXICO
195 ROSALES-SALAZAR, PAULINO HERON	SARH DIR.GRAL.NORM.F	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN, C.P. 41000	MEXICO, O.P.	MEXICO
196 ROSSBACH-VACA, OSCAR	NIVELES S.A.	CAMINO REAL SN. LORENZO NO. 263	IZTAPALAPA, C.P. 09360	MEXICO, O.P.	MEXICO
197 RUIZ-ALTIMIRANO, MIGUEL	DIR.GRAL.NORM.FOREST	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN, C.P. 41000	MEXICO, O.P.	MEXICO
198 SABIDO-ORTO, OSWALDO ALONZO	BELIZE FOREST DEPT.	UNITY BLV. 2729	-	BELMOPAN	BELICE
199 SADER, STEVEN A.	DEPT. FOREST MANAGE.	UNIVERSITY OF MAINE	201 NUTTING HALL	ORONO, ME 04469-0125	USA
200 SALAS-VARGAS, EDUARDO	INEGI-SPP.DIR REG.	PASEO MONTEJO, NO. 442 POR 29	COL. ITZIMNA, C.P. 097100	MERIDA, YUC.	MEXICO
201 SALDIVIA, TERESO	ACUERDO MEX-ALEMANIA	CIRCUITO CAMPESTRE NO. 16	COL. COMPESTRE C.P. 77030	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
202 SANCHEZ-LEON, ROGELIO	GOB.DEL EDO DE CAMP.	CALLE 10 NO. 233	COL. GUADALUPE, CAMPECHE	CAMPECHE, CAMP.	MEXICO
203 SANCHEZ-MARTINEZ, ANTONIO	CEF ING.ED. SANGRI	A.P. NO. I	C.P. 24350	ESCARCEGA, CAMP.	MEXICO
204 SARUKHAN-KERNES, JOSE	INSTITUTO DE BIOLOGI	UNIVER. AUTONOMA DE MEXICO	APARTADO POSTAL 70-233	MEXICO, O.F.	MEXICO
205 SCHREUDER, HANS T.	FLUP PROJECT	C/O DR. STEVEN J. OAS	240 W. PROSPECT ST.	PORT COLLINS, CO 80526	USA
206 SEVE, JUAN E.	INTL RESOURCE GP	1015 18TH STREET, NW	NAIMEY (10) OEPT. OP STATE	WASHINGTON, OC 20520	USA
207 SHAIKH, ASIF M.	DEPT.SOIL SCIENCE	G.B.PANT UNIV. AGRICULTURE & TECH.	SUITE 802	WASHINGTON, OC 20036	USA
208 SHARMA, A. K.	FAO, FOREST DEPT.	VIA LEARCO GUERRA 55	PANTNAGAR 263145 OISTT. NAINITAL	-	INDIA
209 SINGH, K.D.	UNIV. GEORGIA, FORES	170 NORMAL AVE.	-	00142 ROME	ITALY
210 SNYLE, JAMES	USDA FOREST SERVICE	ROCKY MTN. FOREST & RANGE EXP. STN	240 W. PROSPECT ST.	ATHENS, GA 30602	USA
211 SNOOK, PAUL W.	INIREB	A.P. 63 INIREB	C.P. 91000	PORT COLLINS, CO 80526	USA
212 SNOOK-COSANDEY, LAURA	MICRO-OPTICS, B&L	4196 OUCLAS ROAD	-	XALAPA, VER.	MEXICO
213 SNYDER, DAVID	MIN. OF FORESTRY	JALAN KARANGPOLA 2/3	-	MIAMI, FL	USA
214 SOEPARMO	SARH	KM. 3-5 CARRET. CHETUMAL-MERIOA	-	JAKARTA	INDONESIA
215 SOLIS-CHAVEZ, JOSE	COM. NAC. FORESTAL	AV. MEXICO NO. 190	COL. COYOACAN, C.P. 21	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
216 SOSA-CEDILLO, VICTOR E.	USDA FOREST SERVICE	NORTH CENTRAL FOREST EXP. STN.	1992 POLWELL AVENUE	MEXICO, D.P.	MEXICO
217 SPENCER, JOHN S. JR.	UNIV.OF IOAHO, FORES	1818 FORD	-	ST. PAUL, MN 55108	USA
218 STIFF, CHARLES T.	UNIV. OF IDAHO	1818 FORD	-	MOSCOW, ID 83843	USA
219 STIFF, M. CAROL	ACUERDO MEX-ALEMANIA	CIRCUITO CAMPESTRE NO. 16	COL. CAMPESTRE C.P. 77030	MOSCOW, ID 83843	USA
220 STOEGER, NIKOLAUS ERICH	BOSQUES DE CANCUN AC	CAVIOTAS NO. 6	A.P. 272	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
221 SUAREZ-ISLAS, LEOPOLDO	MIN. OF FORESTRY	GEOUND MANGALA WANABACKI	JIN GATO SUBROTO	CANCUN, Q. ROO	MEXICO
222 SUKIRAN, HERU BASUKI	INEGI-SPP	SN. ANTONIO ABAD 124, 1 PISO	COL. TRANSITO VENUSTIANO,	JAKARTA	INDONESIA
223 TAKAKI-TAKAKI, FRANCISCO	PEACE CORPS	P.O. BOX 7641	-	CARRANZA CP 06820, MEXICO	MEXICO
224 TAYLOR, DANIEL	UNIV.SAO PAULO	AV. PADUA DIAS #11	CX. POSTAL 9, PIRACICABA	MISSOULA, MT 59807	USA
225 THADEU Z. DO COUTO, HILTON	ASSOC. RURAL DEVELOP	110 MAIN STREET, FOURTH FLOOR	P.O. BOX 1397	BURLINGTON. VT 05402	BRAZIL
226 TILLMAN, ROBERT E.	U.A.CHAPINGO	100MICILIO CONOCIDO	CHAPINGO,	TEXCOCO	MEXICO
227 TORRES-PEREZ, JORGE A.	SARH	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, O.P.	MEXICO
228 TREJO-MARTINEZ, JORGE	PROG. FOREST. GUERRE	PEGASO 166 - 2	COYOACAN, C.P. 04230	MEXICO, D.P.	MEXICO
229 TREJO-RODRIGUEZ, MA. DEL CARMEN	INIFAP-SARH	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN, C.P. 04110	MEXICO, D.F.	MEXICO
230 TREVINO-PARKER, ANA ELENA	CEF, INIFAP	C.E.P. ING. EDUARDO SANGRI SERRANO	A.P. NO. I	ESCARCEGA, CAMP.	MEXICO
231 VACA-NAVA, ENRIQUE	CIA MEX.AEROFOTO	11 OE ABRIL 338	COL. ESCANDON B. JUAREZ	C.P. 11800, MEXICO, O.F.	MEXICO
232 VALAEZ-BARRAGAN, ARTURO	ASOC.MEX.PROF.FOREST	CHURBUSCO # 650, 4 PISO	COL. ZAPATA VELAS	MEXICO, D.P.	MEXICO
233 VALDEZ-SANDOVAL, CARLOS	PROYECTO USO MULTIP	A.P. 182	C.P. 77000	CHETUMAL, MEXICO	MEXICO
234 VALOIS-FIGUEROA, JOSE LUIS	-	107 BRITAIN RD.	-	PAYETTEVILLE, NY 13066	USA
235 VARDOLIS, NICK	-	-	-	-	MEXICO
236 VARELA-HERNANDEZ, SERGIO M.	IIED	1717 MASSACHUSETTS AVE. SUITE 302	-	WASHINGTON, OC 20036	USA
237 VARGAS-PRIETO, ALBERTO M.	CONSULTOR FORESTAL	VALLE DE ZUMPANGO 30	EL MIRADOR-NAUCALPAN	53050	MEXICO
238 VAZQUEZ-SOTO, JESUS	SARH	PROGRESO NO. 5	COYOACAN.	MEXICO, D.F.	MEXICO
239 VERUETE-FUENTES, JESUS	SUBSEC. DES Y FOM	AGROPECUARIO Y FORESTAL	INSURGENTES SUR 476 II PISO	06760 MEXICO, O.F.	MEXICO
240 VILLA-ISSA, MANUEL R.					

NAME	ORGANIZATION	ADDRESS-1	ADDRESS-2	CITY, STATE	COUNTRY
241 VILLA-SALAS, AVELINO B.	INIFAP	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
242 VILLALPANDO-B., OMAR KAYAM	COL. POSTGRADUADOS	PROG. INTERDIS. DE AGROMETEOROLOGIA	C.P. 56230	-	MEXICO
243 VILLARREAL-CANTON, RAUL	DIR. GRAL NORM FTAL	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN, DELG. 21	MEXICO, D.F.	MEXICO
244 VILLASENOR-ANGELES, ROBERTO	INIFAP	INSURGENTES 694	COL. DEL VALLE	MEXICO, D.F.	MEXICO
245 VIRUETTE-FUENTES, JESUS	-	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
246 WADSWORTH, FRANK H.	-	USDA FOREST SERVICE, BOX 2500	-	RIO PIEDRAS, PR 00928-2506	USA
247 WEAVER, PETER L.	-	USDA FOREST SERVICE, BOX 2500	-	RIO PIEDRAS, PR 00928-2506	USA
248 WINGROVE, ANN	PLANGRAPHICS, INC.	203 WEST MAIN ST.	-	FRANKFORT, KY 40601	USA
249 WINTERBOTTOM, ROBERT	IIED	1717 MASSACHUSETTS AVE.	SUITE 302	WASHINGTON, DC 20036	USA
250 YANG, YONG-CHI	DEPT. OF FORESTRY	COLLEGE OF AGRICULTURE	NATIONAL TAIWAN UNIV.	TAIPEI, TAIWAN 107	REPUBLIC OF CHINA
251 ZAMUDIO-SANCHEZ, EMILIO	DIR. GRAL. NORM. FTAL.	AV. PROGRESO NO. 5	COL. COYOACAN	MEXICO, D.F.	MEXICO
252 ZAPATA-ESQUIVEL, JOSE MARIA	GOB. DEL EDO. Q. ROO	EDIFICIO 7 DE DIC.	CALLE 22 DE ENERO	CHETUMAL, Q. ROO	MEXICO
253 ZARATE-MARCO, ANTONIO	PETROLEOS MEXICANOS	AV. MARINA NACIONAL 329	COL. ANAHUAC	MEXICO, D.F.	MEXICO
254 ZAVALA-ARCEO, JORGE	-	-	-	-	MEXICO
255 ZHOU, ZE-JIANG	NANKONG RES. INST. ENV	JIANG WANG MIAO ST. 120	P.O. BOX 4202	NANJING	PEOPLES REP. CHINA

AUTHOR AND COAUTHOR INDEX

Author or Coauthor	Page-1	Page-2	Page-3	Author or Coauthor	Page-1	Page-2	Page-3
Abd El-Nour, Hassan Osman	441	~	~	Hoffer, Roger M.	228	~	~
Alegria, James	275	~	~	Janka, Helmut	165	~	~
Amrhein, Paul J.	484	~	~	Johannsen, Chris J.	330	~	~
Antenucci, John C.	363	~	~	Johnson, Frederic D.	128	~	~
Arguelles-Suarez, L. Alfonso	317	~	~	Joyce, Linda A.	386	~	~
Arias-R., Luis	338	~	~	Kaiser, H. Fred	168	~	~
Ayala-Castellanos, Joel	502	~	~	Keyes, Michael Robert	472	~	~
Barbosa-Lopez, Veronica Columba	289	~	~	Kinni, Amoul	52	~	~
Basa, V.F.	309	~	~	Kirmse, Robert D.	425	~	~
Basak, P.	85	~	~	Knudson, Douglas M.	392	~	~
Belrhiti, Mohammed	425	~	~	LaBau, Vernon J.	73	121	~
Bertoni, Raul V.	192	~	~	Lahaussais, J.C.	35	~	~
Birdsey, Richard A.	357	~	~	Levi-T., Samuel	338	~	~
Bonnor, G.M.	286	~	~	Lozano-Garcia, Diego Fabian	228	330	~
Booth, Trevor H.	370	~	~	Ludeke, Aaron Kim	506	~	~
Bostrom, Kurt	30	~	~	Lund, H. Gyde	1	295	491
Brass, James	280	~	~	Manuel-Maass, Jose	71	90	~
Buck, Michael G.	184	~	~	Manzanilla, Hugo	61	~	~
Caballero-Deloya, Miguel	1	6	297	Marmolejo-M., Miguel	397	~	~
Cannon, Steve Q.	422	~	~	Martinez-L., Enrique E.	352	~	~
Cardena-Rodriguez, Jesus B.	4	~	~	Martinez-Ramos, Miguel	146	~	~
Castaneda, Froylan	247	~	~	Mastache-Mondragon, Aaron	12	~	~
Castillo-E., Julio R.	397	~	~	McCormick, J. Frank	499	~	~
Catts, Glenn P.	197	~	~	McWilliams, William H.	357	381	~
Ceballos-M., Mariano	397	~	~	Medina-Bermudez, Ruben	21	341	~
Cedeno-Sanchez, Oscar	192	245	~	Mgeni, Aaron S.M.	476	~	~
Cervantes, Luis M.	90	~	~	Minnick, Gregory	275	~	~
Chao, Shi-Ling	271	~	~	Mize, Carl W.	152	~	~
Chavelas-Polito, Javier	134	163	~	Mota-Villanueva, Jose Luis B.	121	~	~
Coutino-C., Roberto	116	~	~	Muro-Garcia, Braulio	381	~	~
Croven, James M.	68	~	~	Murthy, Ramana	123	~	~
Cunia, Tiberius	138	~	~	Negreros-Castillo, Patricia	154	163	~
Czaplewski, Raymond L.	197	~	~	O'Keefe, Tim	280	~	~
Daus, Steven J.	203	~	~	Ogaz-Ituarte, Baltazar	45	~	~
de los Santos-Valadez, Manuel	223	437	~	Oguntala, Akinwumi B.	326	~	~
Diaz-Calero, Juan M.	105	~	~	Olayo-Gonzalez, Miguel Angel	4	~	~
Donovan, Richard Z.	78	~	~	Ortega-Cataneo, Humberto	6	~	~
Dos Santos-Bento, J.	410	~	~	Padilla-Garcia, Higinio	71	~	~
Driscoll, R.S.	309	~	~	Paivinen, Risto	374	~	~
Dulin, Paul	11	456	~	Palma-G., Jesus	397	~	~
Enriquez-Poy, Celso	158	~	~	Paschalis, Piotr	417	~	~
Filius, A.M.	410	~	~	Patino-Valera, Fernando	11	99	341
Flather, Curtis H.	404	~	~	Perez, Noe	128	~	~
Flebbe, Patricia A.	404	~	~	Philip, Michael S.	252	~	~
Framer, W.E.	383	~	~	Prasad, N.B. Narasimha	85	~	~
Galletti, Hugo Alfredo	317	343	~	Preto, Giovanni	234	~	~
Garcia-Mayoral, Pedro	209	~	~	Price, Colin	476	~	~
Gomez-Dominguez, Arquimedes	177	~	~	Reid, Leslie M.	506	~	~
Gonzalez-Caban, Armando	93	~	~	Rodriguez, Gerardo	247	~	~
Grainger, Alan	431	~	~	Rosales-Salazar, Paulino Heron	245	~	~
Gryczan, Edward J.	190	~	~	Ruiz-Altamirano, Miguel	8	177	~
Guero, Mamane	203	~	~	Sader, Steven A.	445	~	~
Hahn, Jerold T.	348	~	~	Sarukhan, Jose	90	~	~
Ham-Trujillo, Jorge	289	~	~	Schreuder, H.T.	218	~	~
Hamilton, Thomas E.	15	386	~	Seve, Juan E.	52	~	~
Heermans, John G.	275	~	~	Shaikh, Asif M.	425	~	~
Hernandez-Hernandez, Carlos	481	~	~	Sharma, A.K.	123	~	~
Hernandez-X., Efrain	338	~	~	Singh, K.D.	218	302	309
Herrera-Herrera, Bernard	295	~	~	Snook, Paul W.	197	~	~
Hoekstra, Thomas W.	386	404	~	Soeparmo	450	~	~



Author or Coauthor	Page-1	Page-2	Page-3
Sosa-Cedillo, Victor E.	46	~	~
Spencer, John S. Jr.	377	~	~
Stiff, Charles T.	128	~	~
Stoger, Nikolaus Erich	343	~	~
Sukiran, Heru Basuki	450	~	~
Tillman, Robert E.	78	~	~
Valdez-Sandoval, Carlos	12	45	~
Varela-Hernandez, Sergio M.	437	~	~
Vargas, Alberto M.	464	~	~
Vazquez-Soto, Jesus	172	~	~
Veruette-Fuentes, Jesus	481	~	~
Villa-Salas, Avelino B.	289	~	~
Villalpando, Omar K.	113	~	~
Villarreal-Canton, Raul	261	~	~
Winterbottom, Robert	464	~	~
Yang, Yong-Chi	271	~	~
Zapata-Esquivel, Jose Ma.	8	190	~
Zavala-Arceo, Jorge	515	~	~
Zhou, Ze-jiang	512	~	~









1022380931

*or*

\* NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY



1022380931